

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA’LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI

“KIMYOVIY TEXNOLOGIYA”

kafedrası

**ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB
CHIQUARISHLAR TEXNOLOGIYASI 2
FANIDAN**

**O’QUV-USLUBIY
MAJMUA**

Bilim sohasi:	700 000	– Ishlab chiqarish texnik soha
Ta’lim sohasi:	720 000	–Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
Ta’lim yo‘nalishi:	60710100	-Kimyoviy texnologiya (elektrokimyo)

JIZZAX – 2025

ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISHLAR TEXNOLOGIYASI 2

fani bo'yicha

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

JIZZAX – 2025

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Jizzax politexnika instituti Kengashining 2025-yil "25" iyundagi 1-sonli bayoni bilan tasdiqlangan fan dasturi asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi:

A.Mamatkulov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası dotsenti v.b

Taqrizchilar:

N.Tangyarikov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası professori.

Xudanov U – JDPU "Kimyo" kafedrası dotsenti, k.f.n.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Jizzax politexnika instituti Kengashida

ko'rib chiqilgan va nashrga tavsiya etilgan. (28.09.2025 yil 1–sonli bayonnoma)

MUNDARIJA

I	O'QUV MATERIALLAR
1	MA'RUZA MAVZULARI
2	LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI
3	AMALIY MASHG'ULOT
4	MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI
II	GLOSSARIY
II	ILOVALAR
1	FAN DASTURI
2	SILLABUS
3	TARQATMA MATERIALLAR
4	TESTLAR
5	ADABIYOTLAR

MA'RUZA № 1
MAVZU: ELEKTROLITIK ALYUMINIY ISHLAB
CHIQUARISHNING ZAMONAVIY SANOAT TEXNOLOGIYALARI

Reja:

1. Zamonaviy iqtisodiyotda alyuminiyning ahamiyati. Ishlab chiqarishda jahon yetakchilari.
2. Alyuminiyni elektrokimyoviy ishlab chiqarish (Hall-Heroult usuli).
3. Xom ashyo va tayyorlash.
4. Nazariy asoslar.
5. Elektroliz sharoitlari. Uskunalar.
6. Zamonaviy va istiqbolli texnologiyalar.

Tayanch atama va iboralar: *elektrolit, ionlar, elektroliz, suyuqlanma, glinazyom, qora alyuminiy, kriolit, elektrod, katod, anod, elektr toki, ishqoriy, kislotali, elektrotermik.*

Alyuminiy yer qobig'ida eng ko'p tarqalgan elementlardan biri hisoblanadi. U 660°C da suyuqlanadigan va 2500°C da qaynaydigan metall. Havoda u oksidlanishdan saqllovchi yupqa va mustahkam oksidli qoplama bilan qoplanadi. U kislotalarda ham, ishqorda ham eriydi. Konsentrlangan nitrat kislotalarda toza alyuminiyni qizdirmasdan eritib bo'lmaydi. Alyuminiy osongina sim ko'rinishida o'raladi va yupqa list shaklida ham tayyorlanadi.

Toza alyuminiy elektrotexnikada kabellar, shina o'tkazgichlar va kondensatorlar tayyorlashda ishlatiladi. Alyuminiy qotishmalaridan aviasozlikda, avtomobilsozlikda va mashinasozlik transportida keng ko'lamda foydalaniladi. Birinchi marta alyuminiy alyuminiy xloridga kaliy ta'sir ettirib olindi. Keyinchalik uni $\text{AlCl}_3 \cdot \text{NaCl}$ ning suyuqlanmasiga kaliy ta'sir ettirib ham olindi. Uni elektrolitik usulda olish topilgandan keyin alyuminiy ishlab chiqarish yanada rivojlandi. P.Eru (Fransiya) va Ch.Xoll (AQSH) lar bir vaqtning o'zida suyultirilgan kriolitda

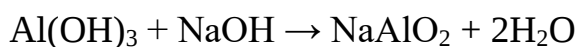
eritilgan glinazyomni elektroliz qilish bilan olish usulini taklif etishdi.

Kriolit Na_3AlF_6 suyuqlanmasida glinazyomni eritib, undan alyuminiy olish usulini taklif etishdi. Elektroliz bu aralashmalarning temperaturasidan birmuncha yuqoriroq temperaturada, ya'ni $\sim 950^\circ\text{C}$ da olib boriladi. Katod sifatida kriolitli elektrolitga chidamli bo'lgan ko'mirli bloklardan foydalaniladi. Anod sifatida o'z-o'zidan kuydiriladigan yoki grafitli bloklardan foydalanish mumkin. Elektroliz jarayonida alyuminiy podinada yig'iladi va u bilan birgalikda katod vazifasini ham bajarishi mumkin. Anodda kislorod tutuvchi ionlar zaryadsizlanadi. Ajralib chiqayotgan kislorod anod uglerodini oksidlab, CO va CO_2 ni hosil qiladi. Shunday qilib, nazariy jihatdan faqatgina glinazyom va uglerod sarflanadi. Amalda bug'lanish va futerovkaga yutilishi hisobiga yana ma'lum miqdorda kriolit hamda natriy ftorid va alyuminiy ftorid ham sarflanadi.

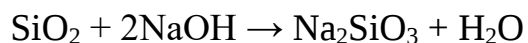
Alyuminiy olish uchun xomashyo

a. Glinazyomni olish. Alyuminiy ko'pgina minerallar tarkibida uchraydi. Glinazyom olish uchun sanoatda ko'proq boksit, nefelin va alunitlardan foydalaniladi. Boksitlar tarkibida 50-60% Al_2O_3 , 1-15% SiO_2 , 2-25% Fe_2O_3 , 2-4% TiO_2 , 10-30% H_2O bo'lishi mumkin.

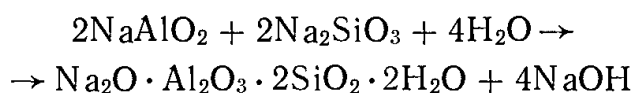
K.I.Bayer boksitlardan alyuminiy oksidini olishning quyidagi usulini taklif etdi. Maydalangan boksitga $160-170^\circ\text{C}$ va 3-4 *atm* bosim ostida avtoklavlarda 40% li NaOH eritmasi bilan ishlov beriladi. Bunda eruvchan natriy alyuminat hosil bo'ladi:



Boksit tarkibidagi krimpnezyom natriy silikatni hosil qiladi:

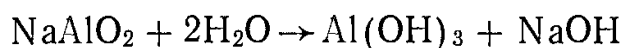


Hosil bo'lgan natriy silikati alyuminat bilan reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'lgan natriy alyumosilikati ishlab chiqarish chiqindisi hisoblanadi.

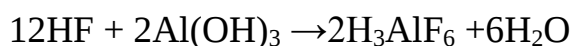
Natriy alyuminat gidrolizlanib, alyuminiy gidroksidga aylanadi:



Ishqor eritmasi boksitning yangi portsiyalarini ishqorlash uchun qaytariladi, hosil bo'lgan alyuminiy gidroksidi kuydirilib, alyuminiy oksidiga aylantiriladi.

Bayer usulida tarkibida kremnezyom ko'p bo'lgan boksitdan alyuminiy olishda foydalanilmaydi. Bunday boksitdan alyuminiy olish uchun boshqa usul ham taklif etilgan. Bunda maydalangan boksit soda va ohaktosh bilan aralatiriladi. Aralashma kuydiriladi, hosil bo'lgan qotishma ishqorlanib, natriy alyuminatga aylantiriladi. Eritma SiO_2 dan tozalanadi va korbanizatsiyalanadi. Hosil bo'lgan alyuminiy gidroksid kalsiynatsiyalanadi, soda eritmasi esa bug'latiladi va qaytadan jarayonga yuboriladi.

b. Kriolitni olish. Kriolit alyuminiy gidroksidi va plavik kislotaning ekvivalent miqdoridagi aralashmasidan quyidagi reaksiya bo'yicha olinadi:



Olingan H_3AlF_6 kislotasi soda bilan neytrallanib, kriolit hosil qilinadi:



Kriolit cho'kmasi filtrlanadi va 150°C da quritiladi.

Elektroliz uchun zarur bo'lgan alyuminiy va natriy fluoridlar plavik kislotani alyuminiy gidroksidi yoki kalsiynatsiyalangan soda bilan neytrallash yo'li bilan olinadi.

v. Uglerodli materiallar. Vannaning ko'mirli anodi nafaqat tokni o'tkazadi, balki zaryadsizlangan kislorod bilan ta'sirlashib, kimyoviy jarayonda ham ishtirok etadi. O'z-o'zidan kuydiriluvchi anodlar uchun anodli massa tayyorlashda maydalangan neft tarkibidagi koks suyultirilgan pek (28-32% pek) bilan 100°C da hosil qilinadi. Tarkibida 25% gacha bog'lovchi massadan vannaning ko'mirli bloklari orasidagi yoriqlarni to'ldirishda foydalaniladi. Vannaning yon tomonidagi futerovkasi va tagi uchun kerakli bo'lgan ko'mirli bloklar elektrod korxonalarida maydalangan va kuydirilgan antrasitga neftli pek va koksni qo'shib tayyorlanadi. Bunday massadan bloklar presslanadi, so'ngra havo ishtirokisiz ular 1200°C gacha bo'lgan temperaturada kuydiriladi.

Alyuminiy olish jarayoning nazariy asoslari

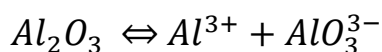
Bundan elektrolit sifatida kriolit-glinozyomli suyuqlanmadan foydalaniladi.

Elektroit komponentlarining optimal nisbatini tanlash juda muhim bo‘lib, bunda hosil bo‘lgan mahsulotni suyuqlanish temperaturasi birmuncha past bo‘lishi talab etiladi.

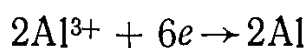
NaF – AlF₃ sistemasini suyuqlanish diagrammasini tadqiq qilish, bu sistemada suyuqlanish temperaturasi 1011⁰C bo‘lgan birgina kongruent kimyoviy birikma –kriolit Na₃AlF₆ (25 mol % AlF₆) va ikkinchi inkongruent birikma – xiolit 5NaF·3AlF₃ mavjudligini ko‘rsatdi. Amaliyotda tarkibi kriolitga yaqin bo‘lgan birikmalardan foydalaniladi. Kriolitda 10 mas.% alyuminiy oksidini eritish bilan aralashmaning temperaturasini 960 ⁰C gacha pasaytirish mumkin.

Temperaturani CaF₂, MgF₂, NaCl, BaCl₂, LiF kabi qo‘shimchalar yordamida ham ma’lum darajada pasaytirish mumkin. Lekin ulardan foydalanishda elektrolitning boshqa fizik-kimyoviy xossalariga qanday darajada ta’sir ko‘rsatishini hisobga olish kerak.

P.P. Fedotov nazariyasiga ko‘ra, kriolit to‘liq Na⁺ va AlF₆³⁻ ionlariga dissotsiyalanadi, glinjyom esa ma’lum darajada quyidagi reaksiya bo‘yicha dissotsiyalanadi:

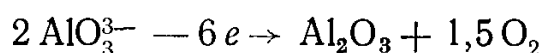


P.P. Fedotov fikriga ko‘ra, tok Na⁺ va AlF₆³⁻ vositasida o‘tkaziladi, lekin bunda glinozyomning parchalanishi kuzatiladi.



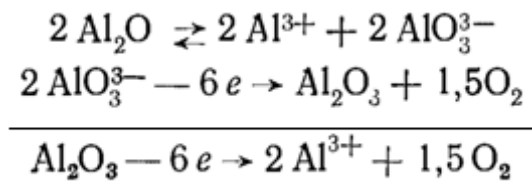
Na⁺ kationlari va AlO₃³⁻ anionlari ko‘proq bo‘lgan katod atrofi qatlamida natriy alyuminat Na₃AlO₃ to‘planib qoladi.

Anodli jarayon AlO₃³⁻ anionlarining zaryadsizlanishiga olib keladi:

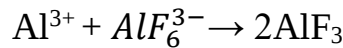


Kislorod anod uglerodi bilan ta’sirlashib, CO va CO₂ ni hosil qiladi.

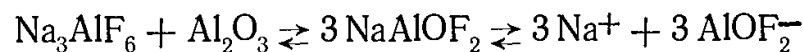
Anod atrofi qatlamida Al₂O₃ ning parchalanishi natijasida bitta AlO₃³⁻ anioni hosil bo‘lishi va anodli jarayonda ikkita AlO₃³⁻ anion sarflanishi tufayli, anod atrofi qatlamida glinozyom miqdori kamayib boradi. Jarayon anodda kislorodning hosil bo‘lishi va anod atrofi qatlamida Al³⁺ kationlarining to‘planishiga olib keladi:



Anodda AlF_3 hosil bo'ladi:

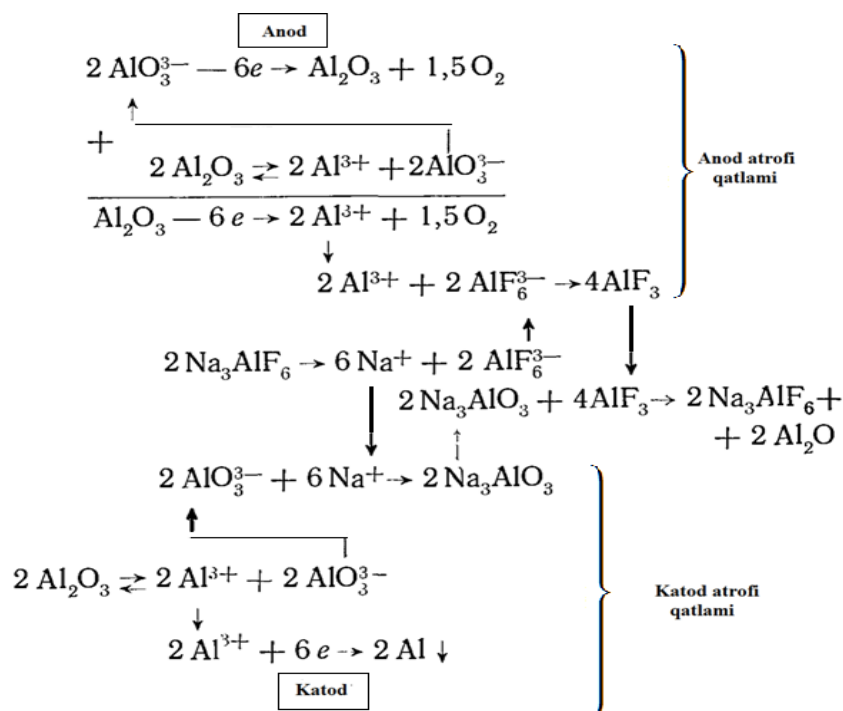


Sanoat elektrolizorida alyuminiy fluorid elektroliti aralashtirilganida, u natriy alyuminat bilan ta'sirlashadi, qaytadan kriolit va glinozyomni hosil qiladi. Bu nazariyaning keyingi aniqlanishlari bo'yicha kriolit-glinozyomli suyuqlanma natriy kationi va oksiflorid anionlaridan tarkib topgan, degan tasavvur mavjud:



va oraliq jarayonlar shu anionlar ishtirokida sodir bo'ladi:

Alyuminiyli vannada boradigan jarayonlar sxemasi:



Elektrolizda tok bo'yicha chiqishni kamaytiruvchi jarayonlar ham sodir bo'ladi. Elektrolitda erigan alyuminiy havo kislorodi va anodli gazlar bilan ta'sirlashadi, bunga temperaturaning ortishi va elektrolitni sirkulyatsiyalash ma'lum darajada ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Alyuminiy uglerod bilan ta'sirlashganda alyuminiy karbidini hosil qiladi. Bu metalning katodli blok g'ovakchalari va yoriqchalariga kirishiga sabab bo'ladi va

bu ularning buzilishiga olib keladi.

Bunda natriy metalining ajralib chiqishi ko‘mirli futerovkaning buzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan oraliq jarayonga sabab bo‘ladi. Kriolit glinozyomli suyuqlanmalarning elektrolizi davriy anodli effektlarning yuzaga kelishi bilan boradi. Glinozyomni qo‘shish va suyuqlanmani aralashtirish bilan anodli effektini yo‘qotish mumkin.

Alyuminiy olish elektrolizyori

Alyuminiy olish elektrolizyori 3 ta asosiy qismdan iborat:

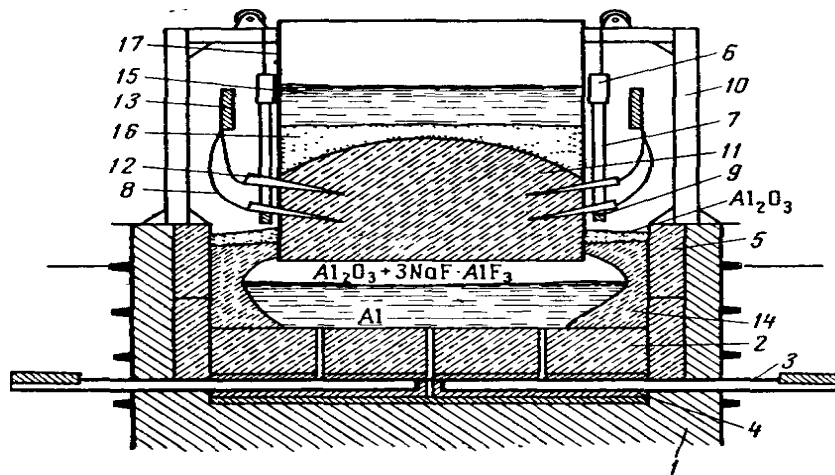
Katodli qurilma, anodli qurilma, oshinovkali sistema.

Katodli qurilma po‘latli qobiq ko‘rinishida bo‘ladi. Uning ichki qismi ko‘mirli blok va plitalar bilan qoplangan. Qobiqning tag qismiga pastki ko‘mir bloklar, ya‘ni katod yotqizilgan. Pastki bloklarning tag qismiga elektrolizyorga o‘rnatmasdan oldin, cho‘yan bilan po‘latli katodli sterjinlar quyiladi va ular pastki bloklarga tok berish uchun xizmat qiladi. Elektrolizyorning yon tomoni futerovkasi ko‘mirli plitadan tayyorlanadi.

Anodli qurilma tuzilishiga ko‘ra elektrolizyori ikki turga bo‘linadi: a) kuydirilgan anodlar bilan va b) o‘z o‘zidan kuydiriluvchan anodlar. Kuydirilgan anodli elektrolizyordan hozirgi vaqtda foydalanilmaydi.

O‘z-o‘zidan kuydiriluvchi anodli elektrolizyor bir anodli hisoblanadi. Elektrolizyorning anodli qurilmasi ko‘mirli anoddan iborat bo‘lib, alyuminiyli karkasda shakllantiriladi va kuydiriladi.

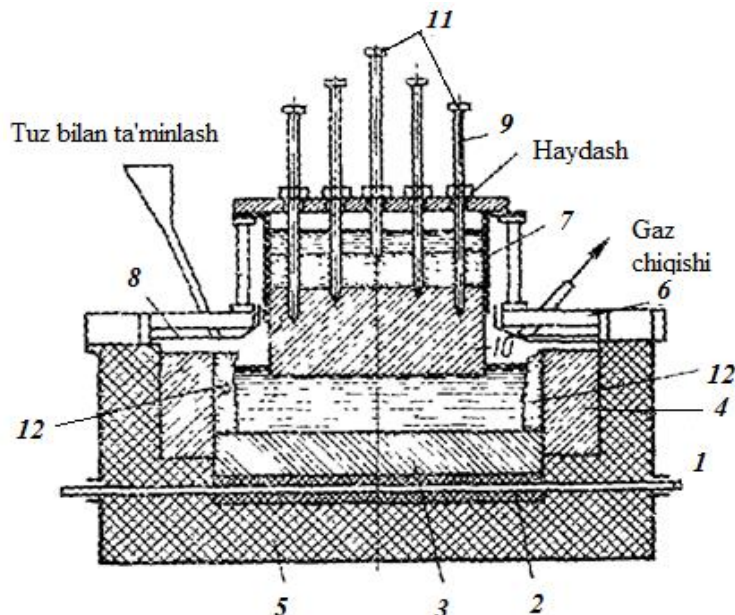
Yuqoridan karkasga anodli massa yuklanadi, anodning issiqligi ta‘sirida u yarim suyuq holatga o‘tadi. Anodning ishlash jarayoni davomida va uni ko‘mirli massaga tushirilganda, massa yuqoriroq temperaturali zonaga qarab harakatlanadi. Bu yerda u koksga aylanadi. Anodning pastki qismida uglerodli massa to‘liq suyuqlanadi va monolit holga o‘tib, tok o‘tkazuvchan bo‘lib qoladi. 1.1 -rasmda o‘z-o‘zidan kuydiriluvchi anodli vannaning qirqimi ko‘rsatilgan:



1.1–rasm. Yon tomondan tok o‘tkazilgan o‘z-o‘zidan yonuvchi vannaning kesimi:

1–shamotli g‘isht; 2–k o‘mirli bloklar; 3–katodli sterjin; 4–cho‘yanli quyma; 5–ko‘mirli plita; 6–anodli rama; 7–obecheyka qirrasi; 8–egiluvchan shinalar; 9– baldoq; 10–anodli tayanch konstruksiyasi; 11–anod; 12–tok o‘tkazuvchi stierjin; 13–misli shina; 14–garnisaj; 15–suyuq anodli massa; 16–xamirsimon anodli massa; 17–anodning alyuminiyli obechaykasi

Keyingi vaqtlarda po‘latli karkasga o‘rnatilgan qo‘zg‘almas bir anodli elektrolizyordlardan ko‘proq foydalanilmoqda. Bunday elektrolizyorga tok yuqoridan beriladi va bu qurilmaga xizmat qilishni birmuncha osonlashtiradi. Bunday elektrolizyorlar 125-150 *ka* yuklanishga mo‘ljallangan bo‘lib, ularda elektrolizyor devori garnisaj yordamida himoya qilinadi. (1.2-rasm).



1.2–rasm. Yuqoridan tok beriladigan o‘z-o‘zidan yonuvchi elektrolizyor sxemasi:

1–katodli sterjin; 2–cho‘yanli quyma; 3–podli blok; 4–ko‘mirli futerovka; 5–futerovka; 6–anodning tayanch konstruksiyasi; 7–listli po‘latdan tayyorlangan quti; 8–qopqoq; 9–anodning tok o‘tkazuvchi va uzatuvchi sterjinlari; 10–anod; 11–anodli shinalar; 12–garnisaj.

Elektroliz texnologiyasi

Elektrolizyorning me'yorida ishlashi quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi: elektroliz temperaturasi $940-960^{\circ}\text{C}$; ishchi kuchlanish 4-4,5 v elektrodlararo masofa 4-5 sm; tok bo'yicha chiqish 80-90%, 1t alyuminiy uchun elektr energiya sarfi 16100 – 16300 *kvt-soat*ni tashkil etadi. Vanna glinozyom bilan uning sarflanishiga qarab ta'minlab turiladi. Glinozyom elektrolit qobig'iga beriladi. Bu yerda u quritiladi. Bundan tashqari glinozyom yordamida anodli effekt yo'qotiladi. Shuning uchun anodli effekt yaqinlashganda, anod oldidagi qatlam urib tushiriladi va u glinozyom bilan suyuqlanmaga qo'shiladi.

Ishlash jarayonida anodning holati kuzatib boriladi. 7-10 kun davomida bir marta anodli massa yuklanadi. Vannadagi alyuminiy 3-4 sutka ichida bir marta vakuum- kovush bilan ajratib olinadi.

Hosil bo'lgan gazlar tarkibida uglerod oksidi, vodorod ftorid va smolasimon moddalar bo'lgan anodli gazlar ajralib chiqqanligi uchun vannaning surish sistemasi yaxshi ishlashi talab etiladi.

Nazorat savollari

1. Suyuqlanma nima?
2. Anodli effekt qanday vaqtda yuzaga keladi va u qanday yo'qotiladi?
3. Alyuminiy olish uchun xom ashyo sifatida qanday birikmalar ishlatiladi?
4. Alyuminiy olishda ishlatiladigan elektrodlar.
5. Alyuminiy olishda elektrolizyorda boradigan reaksiyalarni yozing.

MA'RUZA № 2

MAVZU: ELEKTROLITIK MAGNIY ISHLAB CHIQUARISHNING ZAMONAVIY SANOAT TEXNOLOGIYALARI

Reja:

1. Magniyning sanoatdagi ahamiyati (aviatsiya, avtomobilsozlik, qotishmalar, elektronika).
2. Magniy ishlab chiqarish tarixi va sanoat texnologiyalarining rivojlanishi. Xom ashyo va uni tayyorlash.
3. Tabiiy minerallaridan magniy xlorid ishlab chiqarish.
4. Elektrolizning nazariy asoslari.
5. Istiqbolli texnologiyalar.
6. Sanoat usullari, Dow (AQSh) va Norsk Hydro (Norvegiya) texnologiyalari.

Tayanch atama va iboralar: *elektrolit, ionlar, elektroliz, suyuqlanma, magniytermik, karnallit, elektrod, katod, anod, elektr toki, ishqoriy, kislotali, elektrotermik.*

Magniy zichligi 20⁰C da 1,738 g/sm³; suyuqlanish temperaturasi 651⁰C va qaynash temperaturasi 1107⁰C bo'lgan yengil metall. Ftorid va xromat kislotalardan tashqari barcha kislotalarda oson eriydi. Ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Reaksiyaga kirishish qobiliyati yuqori bo'lganligi uchun undan ko'pincha qiyin eriydigan metallar: titan, sirkoniy, niobiy, tantal va boshqalarni olishda foydalaniladi.

Qiyin eruvchan metallarni magniytermik usulda olish ularning xloridlariga metall holidagi magniyni yuqori temperatura (800-1000⁰C) larda ta'sir ettirishga asoslangan, masalan:



Ishlab chiqarilayotgan magniyning katta qismi samolyotsozlik, transport mashinasosligi va boshqa sohalar uchun yengil qotishmalar tayyorlashga sarflanadi.

Magniy termik yoki elektrolitik usulda olinadi. Termik usulda magniyni olish, uni uglerod oksidi, ferrosilitsiy, silikoaluminium yordamida yuqori temperaturada qaytarishga asoslangan.

Karbotermik usul (ko'mir bilan qaytarish) birmuncha murakkab bo'lib, jarayon $\sim 2000^{\circ}\text{C}$ ga yaqin temperaturada olib boriladi. Birmuncha soddaroq bo'lgan silikotermik usullar vakuumda $1150-1200^{\circ}\text{C}$ da olib boriladi. Silikotermik usullarning kamchiligi jarayonning davriyligi va narxining yuqoriligi hisoblanadi.

Ko'proq tarqalgan usul elektrokimyoviy usul hisoblanadi.

AQSHda ishlab chiqarilgan 90 000 t magniyning 73%i elektrolitik, 23%i silikotermik va 4%i karbotermik usulda olinadi. Dastlab bariy ftorid magniy va natriyning suyultirilgan aralashmasida eritilgan magniy oksidini elektroliz qilishga urinishlar bo'lgan edi. Lekin bu usul iqtisodiy jihatdan samarali bo'lmaganligi uchun magniy xloridni elektroliz qilish bilan olishga o'tildi. Tarkibida magniy, kaliy, natriy va ba'zan kalsiy xloridlar tutuvchi suyuqlanma 700°C da elektroliz qilindi. Olingan magniy elektroliz sirtiga yopishib qoldi va u davriy ravishda vannadan ajratib olindi. Anodda ajralib chiqqan xlor o'tkazuvchi yordamida so'rib olindi va iste'molchiga yuborildi. Elektrolizyordagi magniy xloridning miqdori kamayishi bilan unga yangi xomashyo qo'shib boriladi.

Magniy ishlab chiqarish uchun xomashyo va uni tayyorlash usullari

Magniy xloridning tabiiy xomashyosi karnallit $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, bishofit $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, magnezit MgCO_3 , dolomit $\text{MgCO}_3\cdot\text{CaCO}_3$ lar hisoblanadi. Magniyli tuzlar va magniy oksidi dengiz suvi tarkibida bo'ladi. Tabiiy karnallit tarkibida 20-30% natriy xlorid mavjud. Karnallitni konsentrlangan (32%) MgCl_2 eritmasida eritish bilan ajratib olinadi. Bunday eritmada $110-115^{\circ}\text{C}$ da faqat karnallit eriydi, natriy xlorid esa erimaydi.

Magnezial xomashyo elektrolizdan oldin suvsizlantiriladi. Bishofitni suvsizlantirishda magniy xloridning gidrolizi va magniy oksidining ko'p miqdorda hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan qiyinchiliklar yuzaga keladi. Shuning uchun bishofit ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Dastlab 350°C da qizdiriladi. Bunda uning tarkibidagi besh molekula suv ajralib chiqadi. Ikkinchi bosqichda gidrolizni kapmaytirish uchun gaz fazada vodorod xlorid ishtirokida suvsizlantiriladi.

Karnallit ham ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Magniy xlorid qo'sh tuzlarining aktivligi kam bo'lganligi uchun bu jarayon uncha murakkab bo'lmaydi.

Suvsiz magniy xlorid magniy oksidi yoki magnezitni xlorlash yo'li bilan ham olinishi mumkin. Xlorlash uglerodli qaytaruvchi ishtirokida olib borilib, u kislorodni biriktirib oladi va issifqlikning yo'qolishini kompensatsiyalaydi. Bu jarayon yoki shaxtali elektr pechlarda yoki maxsus xloratorlarda amalga oshiriladi. Shaxtali elektr pechlarida maydalangan magniezit va toshko'mirni oldindan briketlash yo'li bilan olingan shixta xlorlanadi.

Magniy olish jarayonining nazariy asoslari

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, magniy magniy xloridni elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Suyuqlanish temperaturasini pasaytirish uchun (magniy xloridning suyuqlanish temperaturasi 718°C) unga kaliy va natriy xloridlar qo'shiladi. Bu qo'shimchalar elektrolitning suyuqlanish temperaturasini pasaytirishdan tashqari, uning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi, qovushqoqlikni kamaytiradi va gidrolizni pasaytiradi.

Elektrolit tarkibini tanlashda shuni e'tiborga olish kerakki, bunda elektrolit zichligi olinayotgan magniy zichligidan yuqoriroq bo'lishi kerak. Bu uning oquvchanligini ta'minlaydi, ayrim hollarda elektrolitga kalsiy yoki bariy xloridlar qo'shib, ular suyuqlanma zichligini oshirishga xizmat qiladi. Elektrolitda NaCl, KCl, BaCl_2 kabi qo'shimchalarning bo'lishi magniyning ajralib chiqishiga xalaqit bermaydi, chunki magniy xloridning parchalanish kuchlanishi yuqoridagi xloridlarnikidan birmuncha kamroq bo'ladi.

Elektrolizda odatda elektrolitning quyidagi tarkibi ushlab turiladi (massa.%): MgCl_2 – 6 – 15; KCl – 70; NaCl - 20 gacha.

Agar elektrolit tarkibida magniy oksidi bo'lsa, hosil bo'layotgan magniy tomchilari MgO plyonkasi bilan qoplanib, u tomchining og'uvchanligiga yo'l qo'ymaydi. Buni yo'qotish uchun elektrolitga 1-2% CaF_2 ga qo'shiladi. Kalsiy ftorid magniy tomchisi sirtidagi MgO zarrachalarini desorbsiyalaydi. Elektrolit tozaligiga alohida e'tibor qaratiladi, chunki aralashmalar elektroliz jarayonini

yomonlashtiradi. Elektrolitdagi namlik magniy xloridni gidrolizlaydi, buning natijasida magniy tomchilarining oquvchanligiga xalaqit beruvchi oksidini hosil qiladi. Magniyni bir qismi qaytarishga sarflanganligi uchun sulfatlarning tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi va bunda ham magniy oksidi hosil bo'ladi. Agar temir aralashmasi 0,1% dan, bor miqdori 0,001% dan ortiqcha bo'lsa, tok bo'yicha chiqish birmuncha kamayadi.

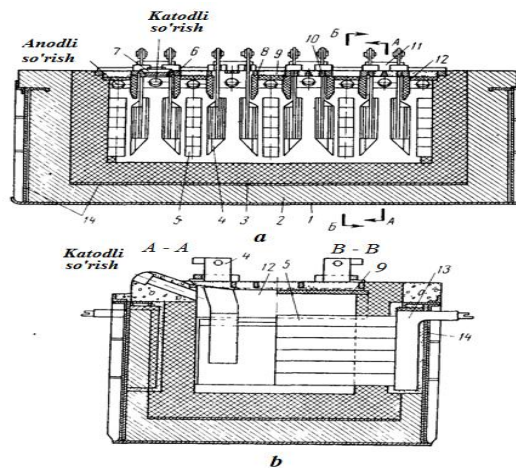
Agar elektrolit tarkibida elektr musbat elementlar birmuncha ko'proq bo'lsa, shu aralashmalar xloridlari va magniy orasida almashinish reaksiyasi sodir bo'lib, elektrolit o'z-o'zini tozalaydi. Lekin bu elektrolizyorda shlam hosil bo'lishiga olib keladi.

Elektrolizyorlarning tuzilishi va elektroliz texnologiyasi

Ilgarilari magniy tigel ko'rinishidagi elektrolizyorlarda olinar edi. Ularda po'latdan quyib tayyorlangan tigel katod vazifasini bajarar edi. Yuqoridan tigelga ko'mirli anodlar tushiriladi. AQSHda hozirgi vaqtda ham 90 000 *a* gacha yuklanish bilan ishlaydigan elektrolizyorlardan foydalaniladi. Lekin hozirgi vaqtda yassi, parallel elektrodli diafragma bilan ajratilgan va yacheykalardan tarkib topgan to'g'ri burchakli elektrolizyorlardan ko'proq foydalanilmoqda. Bunday elektrolizyorlar asosan anodli qurilmaning tuzilishi bilan farq qiladi. Anodlari yon tomondan va yuqoridan kiritilgan elektrolizyorlardan ham foydalaniladi.

Anodlari yon tomonidan kiritilgan elektrolizyorlarda anodlar bir-biri bilan grafitli chang va toshko'mir qurumidan tayyorlangan surkov moddasi bilan yelimlanadi. Grafitli bloklar vannaning yon devorlari orqali chiqariladi va tok o'tkazgich bilan yaxshi anodli kontakti yaratish uchun cho'yan ham quyiladi.

Katod sifatida egilgan temir shtangalarga payvandlangan po'lat listlardan foydalaniladi. Ular anodlarning har ikki tomoniga o'rnatiladi. Vannaning yuqori qismidagi anodlar ustiga keramik qopqoq va brusslardan tayyorlangan gaz yig'ish kameralari o'rnatiladi va ular elektrolitga qisman botirilgan bo'lib, diafragma rolini o'ynaydi.



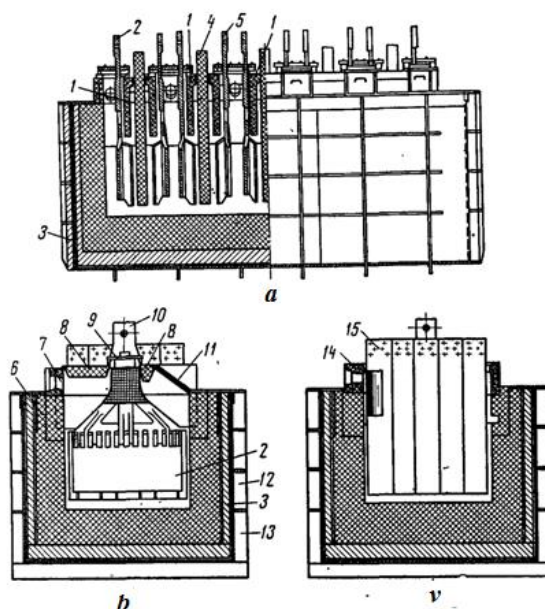
2.1-rasm. Yon tomondan anodlar kiritilgan magniy olish uchun mo'ljallangan elektrolizyor:

a–bo'ylama qirqim; *b* – A-A va B – B bo'yicha ko'ndalang qirqim; 1–vanna g'ilofi; 2–futerovka; 3–futerovka (shamot); 4–muvozanatlovchi yukli katod; 5–anod; 6–anodli yopma; 7–qopqog; 8–anodli tosh; 9–plita; 10–katodli yopma; 11–katodli tosh; 12–diafragma; 13–anodlarning cho'yanli quymasi; 14–futerovka

G'ilofning ichiga asbest yelimlangan va elektrolizyor ikki qatlamli diatomitli va shamotli g'ishtlar bilan qoplangan. Yerdan elektrolizyor suyultirilgan bazaltli plitkalar bilan izolyatsiyalangan.

Yuqoridan tok berishga mo'ljallangan elektrolizyorlar anodlarning yopiq vannalar orqali kiritilishi bilan farq qiladi. Vannadan chiqarilayotgan anodli bloklar qismining oksidlanishini kamaytirish uchun bloklarga ortofasfat kislota shimdiriladi va olovbardoshli surkov moyi bilan surkaladi. Anodlarning har ikki tomonida po'lat katodlar, elektrodlar orasiga esa shamotdan tayyorlangan diafragmalar joylashtirilgan.

Katodli faza qopqog'ida ochiladigan qopqog bo'lib, u orqali metall ajratib olinadi, shlam chiqariladi, ishlov berilgan elektrolit haydab chiqariladi va vanna qaytadan xomashyo bilan ta'minlanadi. Katodli fazadan zaharli gazlarni yo'qotish uchun maxsus so'rish moslamasi o'rnatilgan.



2.2–rasm. Anodlari yuqoridan kiritilgan magniy olish uchun elektrolizyor:

a–bo‘ylama qirg‘im; *b*–katodli yacheyka bo‘yicha ko‘ndalang qirg‘im; *v*–anodli yacheyka bo‘yicha ko‘ndalang qirg‘im; 1–gaz yig‘ish to‘siqlari; 2–katod; 3–issiqlik izolyatsiyasi; 4–grafitli anod; 5–anodli shinalarni o‘rnatish joyi; 6–g‘isht qatlami; 7–katodli sohadan so‘rish moslamasi; 8–katodli yacheykalarining yopmasi; zichlashtirilgan holdagi yuk ko‘tarmaydigan shvellerlarda katod elkalari; 10–katod qulog‘i; 11–katodli ishchi deraza; 12–g‘ilof; 13–qattiqlik qirrasini; 14–gazsimon xlorini ajratib olish; 15–anodli shinalarni o‘rnatish joyi

Bunday turdagi elektrolizyorlar 60-70 ka yuklanishda ishlashga mo‘ljallangan. Hozirgi vaqtda 130-150 ka li elektrolizyorlardan ham foydalanilmoqda.

Elektroliz $700-720^{\circ}\text{C}$, anodli tok zichligi $0,40-0,46 \text{ a/sm}^2$, katodli tok zichligi $0,48-0,55 \text{ a/sm}^2$ da amalga oshiriladi. Elektrodlar orasidagi masofa 7-8 sm bo‘lgan tok yon tomonidan beriladigan vannalarda kuchlanish 5,74-5,77 v ni, tok yuqoridan beriladigan vannalarda 6,10-6,11 v ni tashkil etadi. Agar vanna karnallit bilan to‘ldirilgan bo‘lsa, tok bo‘yicha chiqish 80% ni, magniy xlorid bilan to‘ldirilgan bo‘lsa 85% ni tashkil etadi. Energiya sarfi $\sim 17 \text{ kv}\cdot\text{soat/kg}$ magniyga teng.

Anodli gaz tarkibidagi xlor konsentratsiyasi gaz yig‘ish qurilmasining germetikligiga bog‘liq ravishda 70 dan 90 % gacha bo‘lishi mumkin.

Elektrolizyorlarda olingan magniy vannadan vakuum-kovush yordamida

olinadi va maxsus qoliplarga quyiladi. Bunday magniy tarkibida bir necha foiz aralashma ham bo‘lishi mumkin, shuning uchun u rafinatsiyalashga yuboriladi. Rafinatsiyalash flyuslar ishtirokida qayta suyultirish yoki haydash yo‘li bilan amalga oshiriladi. Keyingi vaqtlarda elektrolitik rafinatsiyalashdan ko‘proq foydalanilmoqda.

Sanoat usullari: Dow va Norsk Hydro texnologiyalari

1. Dow Chemical Company (AQSh) texnologiyasi

Dow Process — bu xlor va natriy gidroksid (NaOH) ishlab chiqarishda **diafragma yoki membranali elektroliz** asosida ishlaydigan usul bo‘lib, AQShda keng qo‘llaniladi.

Asosiy xom ashyo:

- **Tuz (NaCl)** – yuqori tozalikka ega bo‘lishi kerak
- **Suv (H_2O)** – distillangan yoki deionlashtirilgan
- **Elektr energiyasi**

Jarayon bosqichlari:

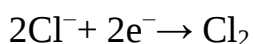
1. Elektrolit tayyorlash

Tozalangan sho‘r suv (NaCl eritmasi) tayyorlanadi, unda kalsiy va magniy tuzlari bo‘lmasligi kerak.

2. Elektroliz (Dow diafragma usuli)

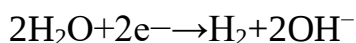
- Elektrolizyor **asbestli diafragma** bilan ajratilgan anod va katod bo‘limlariga ega.

- **Anod reaksiyasi:**



(Xlor gazi ajraladi)

- **Katod reaksiyasi:**



(Vodorod va gidroksid-ionlar hosil bo‘ladi)

- Hosil bo‘lgan **NaOH eritmasi (10–12%)** diafragma orqali o‘tadi.

3. Eritmani konsentratsiyalash

Eritma bug‘latilib, 50% NaOH eritmasi olinadi.

4. Mahsulotlar ajratish:

- **Xlor (Cl_2)** – gaz holatda yig‘iladi, sovutiladi, quritiladi va bosim ostida saqlanadi.

- **Vodorod (H₂)** – yonilg‘i sifatida yoki xlor bilan birgalikda HCl olishda ishlatiladi.
- **Natriy gidroksid (NaOH)** – eritma yoki qattiq holatda olinadi.

◆ Afzalliklari:

- Ishonchli va sinovdan o‘tgan texnologiya
- Yuqori sifatli NaOH va Cl₂ olish
- Jarayon uzluksiz

◆ Kamchiliklari:

- Asbest diafragma ekologik jihatdan xavfli
- Energiya sarfi yuqori (2200–2500 kWh/tonna NaOH)

2. Norsk Hydro (Norvegiya) texnologiyasi

Norsk Hydro Process — bu **membranali elektroliz texnologiyasi** bo‘lib, zamonaviy, ekologik toza va energiya tejankor usul hisoblanadi.

◆ Asosiy xususiyatlari:

- **Ion almashuvchi membrana (Nafion, Flemion)** ishlatiladi
- Asbest ishlatilmaydi
- Yuqori sof mahsulotlar olinadi

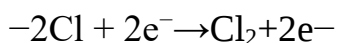
◆ Jarayon sxemasi:

1. Sho‘r suv tayyorlash va tozalash

Eritmadan Ca²⁺ va Mg²⁺ ionlari olib tashlanadi, chunki ular membranani ifloslantiradi.

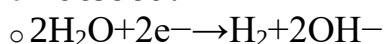
2. Elektroliz (membranali hujayrada):

◦ Anodda:



(Xlor gazi chiqadi)

◦ Katodda:



(Vodorod va gidroksid-ionlar hosil bo‘ladi)

◦ **Membranadan** faqat **Na⁺ ionlari** o‘tadi, bu esa NaOH ning sof holda olinishi va Cl⁻ ning aralashmasini kamaytiradi.

3. Hosil bo‘lgan mahsulotlar:

- **Xlor (Cl_2)** — gaz holatda ajratiladi
- **Vodorod (H_2)** — yonilg'i sifatida yoki ammiak sintezida ishlatiladi
- **NaOH (30–32%)** — yuqori tozalikka ega, aralashmalar yo'q

▣ Afzalliklari:

- Ekologik toza (asbestsiz)
- Energiya sarfi past (~2000 kWh/tonna NaOH)
- Mahsulotlar yuqori tozalikda
- Avtomatlashtirish darajasi yuqori

▣ Kamchiliklari:

- Membrana narxi yuqori
- Sho'r suv sifati juda yuqori bo'lishi kerak (katta tayyorlash xarajatlari)

Taqqoslama jadvali:

Ko'rsatkich	Dow (AQSh)	Norsk Hydro (Norvegiya)
Elektroliz turi	Diafragma (asbestli)	Membranali (ion-selektiv)
NaOH konsentratsiyasi	10–12% (so'ngra 50% gacha bug'latiladi)	30–32%
Energiya sarfi	Yuqori	Pastroq
Ekologik xavfsizlik	Past (asbest zararli)	Yuqori
Mahsulot tozaligi	O'rtacha	Yuqori
Zamonaviylik darajasi	Klassik	Innovatsion

Nazorat savollari

1. Magniyni tabiatda tarqalishi?
2. Magniyni elektrolitik olish uchun xomashyolarning turlari?
3. Magniyni elektrolitik olish texnologiyasini ketma-ketligini izohlang..
4. Magniy olishda ishlatiladigan elektrodlar.
5. Magniyni olishda elektrolizyorda boradigan reaksiyalarni yozing.

MA'RUZA № 3

MAVZU: GIDROELEKTROMETALLURGIYA JARAYONLARI NAZARIYASI

Reja:

1. Gidroelektrometallurgiyaning asosiy bosqichlari.
2. Metallurgiyaning boshqa tarmoqlaridan farqi.
3. Gidroelektrometallurgiya qo'llanilish sohalari.

Tayanch atama va iboralar: rafinlash, elektroekstraksiya elektrolit, ionlar, elektroliz, sementasiya, cho'ktirish, siqish, ekstraksiya, adsorbsiya

Gidroelektrometallurgiyani qo'llanish sohalari

Gidroelektrometallurgiyada asosiy jarayon elektrolizdir. Ko'pchilik metallar eritmalar va suyuqlanmalaridan elektroliz qilib olinadi, lekin ayrim metallarni eritmalaridan elektroliz qilib olib bo'lmaydi. Asosan metallar rudalarni maydalab pirometallurgiya yo'li bilan olinadi, nihoyatda toza metallar olish uchun esa, metallar **elektrolitik rafinasiyalanadi**. Bunday metallar va ular tarkibidagi qo'shimchalar anod sifatida eritiladi va shu elektrolizyorni o'zida katodda cho'ktiriladi.

Ayrim metallar esa maydalanib erituvchida eritiladi (erituvchi avval ishlatilgan bo'lishi ham mumkin), so'ngra erimaydigan anod qo'yib elektrolizlanadi, toza metall katodga cho'kadi. Bunday usul metallurgiya sanoatida **elektroekstraksiya** deyiladi.

Rafinlash va **elektroekstraksiya** suvli eritmalarda suyuq elektrodlar qo'llash: simob va uning qotishmalari (amalgamali metallurgiya), qattiq elektrodlar qo'llash bilan amalga oshiriladi.

Suvli eritmalaridan katodda metall ionlarini qaytarishdan tashqari, elektromanfiyligi yuqoriroq metall yoki vodorod elektrod bilan elektrolizsiz ma'lum sharoitlarda shu reaksiyalarni o'tkazish mumkin. Bu jarayon **sementasiya** yoki **siqib chiqarish** deyiladi.

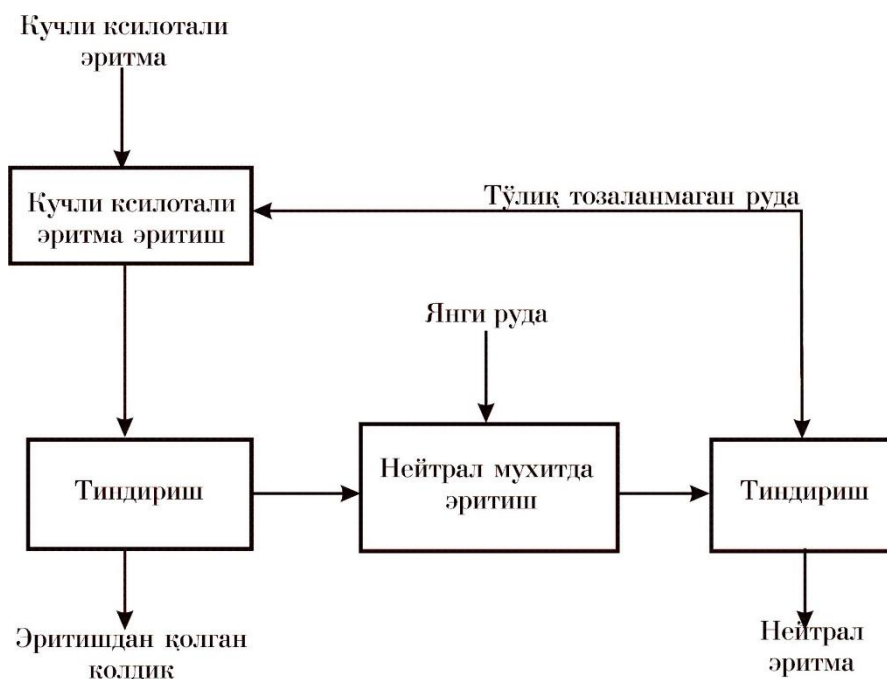
Gidroelektrometallurgiya usulini qulayligi shundaki, ruda tarkibida metall miqdori oz bo'lsa ham oxirigacha metalni olish mumkin. Agar rudapolimetal ruda bo'lsa, har qaysi metalni alohida va o'ta toza olish mumkin. Masalan: rux zavodlari

ruda tarkibidagi **kadmiy, qo'rg'oshin, kobalt, nodir** metallarni ham tozalab ishlab chiqaradi.

Gidroelektrometallurgiya ishlab chiqarishning pirometallurgiyaga nisbatan **rentabelligi** mana shu jarayonlarga bog'liqdir.

Quyidagi jadvalda elektrolit tanlash va undan metall olish ko'rsatilgan.

Bu ikki jarayonning maqsadi yuqori tozalikdagi metall olishdir.



3.1 - rasm. Ikki pog'onali ho'llash sxemasi.

Elektrolit tayyorlash

Rafinlash jarayoni uchun asosiy sharti elektrolit tayyorlashda uni begona qo'shimchalardan tozalashdir.

Gidroelektrometallurgiyada elektrolit tayyorlash uchun:

- a) ruda yoki konsentratni kuydirish;
- b) kuydirilgan mahsulotni yuvib solish;
- v) hosil bo'lgan eritmani begona qo'shimchalardan ajratish.

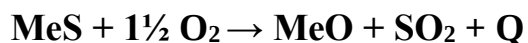
Ruda va konsentratlarni kuydirishning ahamiyati shundaki, asosiy komponentlarni bir tarkibga keltirish, ishqorlanishni qulaylashtirish, eruvchanligini oshirish, zararli qo'shimchalarni ajratish va asosiy komponentni

boshqalaridan osonlik bilan ajratishdir.

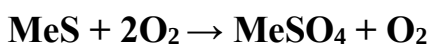
Kuydirish murakkab kimyoviy metallurgik jarayondir. Kuydirish jarayoni to'rt xil bo'ladi.

1. Oksidlab kuydirish - bu sulfidli rudalar kuydiriladi.

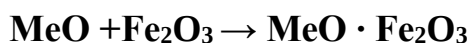
Yuqori haroratda kuydirish reaksiyasining umumiy ko'rinishi:



Past haroratda sulfatli kuydirish:

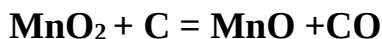


Ayrim hollarda yuqori haroratda **ferritlar**, ya'ni metall oksidi bilan temir oksidini hosil qilgan minerali – hosil bo'ladi.



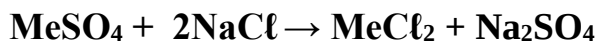
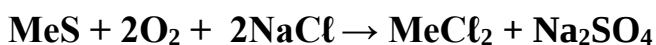
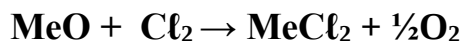
Bu modda faqat konsentrlangan kislotalarda eriydi, qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lmasligi uchun har qaysi rudani tarkibiga qarab kuydirish usullari qo'llaniladi.

2. **Qaytarib kuydirish** - bu faqat oksidli rudalarda qo'llaniladi.



Qaytaruvchi sifatida uglerodli materiallar, oltingugurt va uning birikmalari, koks va tabiiy gazlarni ishlatish mumkin.

3. **Xlorli kuydirish** - xlor gazi ishtirokida olib boriladi.



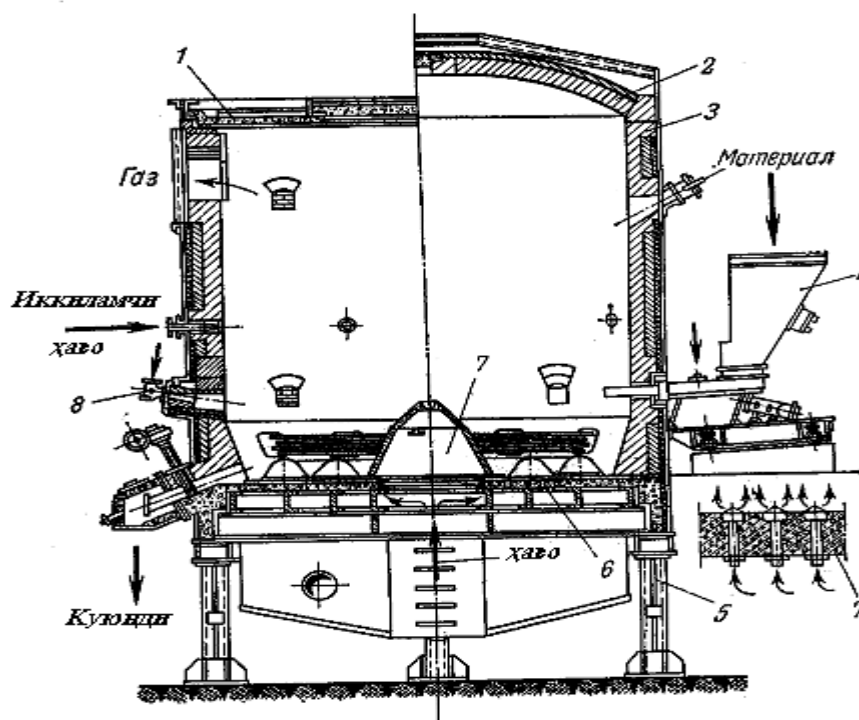
Xlorli kuydirish natijasida hosil bo'lgan xloridlar elektroliz qilish oson.

4. **Kalsiylab kuydirish** - karbonatli rudalarni ishqor ta'sirida ko'piklanmasligi uchun bajariladi.



Kuydirish jarayoni turli konstruksiyadagi pechlarda olib boriladi: gorizonta trubali, shaxtali, o'rtada aylanuvchi valli. Yangi texnologiyalar bo'yicha gidroelektrometallurgiyada qaynovchi qavatli pechlarning turli konstruksiyalari

ishlatilmoqda. Ishlash jarayoni 36-rasmda tasvirlangan.



3.2 -rasm. Qaynovchi qavatli pech sxemasi.

1 -issiqqa chidamli betondan chiqish; 2 –shamot¹; 3 -kilatka; 4 -ortuvchi qurilma; 5 -karkas; 6 -panjara; 7 –kojux**;

8 -gorelka.

Qaynovchi qatlamda kuydirishda rudalar yoki konsentrat pechkani yuqori qismidan maydalangan ko'rinishda yuboriladi, quyi panjara qismidan bosim ostida gaz jo'natiladi. Gazlar kuydirish reaksiyasida qatnashadi va shu vaqtda rudani qaynashga o'xshash xolatini qo'llab turadi. Bunday holatda qaynash ostida maydalangan materiallarning oraliq holati tushuniladi, ya'ni ularning harakatsiz holatdan muallaq holatga o'tishi bilan xarakterlanadi. Bunday holatga o'tish gaz tezligi bilan aniqlanadi hamda to'kiluvchan materiallarning harakati o'zgaradi va u engil harakatchan bo'lib, o'zini suyuq holatda tutadi.

Oksidlovchi kuydirish hollarda esa gaz-tashuvchi va gaz-reagent havo hisoblanadi, ayrim hollarda boyitilgan kislorod qo'llaniladi. Qaytarib kuydirish jarayonida metall gazlari, koksokimyoviy pechlar va boshqa tarkibdagi qaytaruvchi reagentlar masalani metan tarkibli gazlar qo'llaniladi.

¹Panjarani ustini o'rab turuvchi qoplama

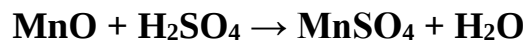
** olovda pishirilgan oq loydan yasalgan pech qismi

Pechga gazlar 0,2-0,3 MPa (2-3 kgs/sm²) bosim ostida yuboriladi.

Qaynovchi qavatli pechlarning ustunligi shundan iboratki, mayda dispersli ruda zarrachalarning gaz-reagent bilan yuvilishi, shuning uchun kuydirish jarayoni tez va to'liq boradi. Qaynovchi qavatli pechlarning kamchiligi rudalarning 40% ga yaqini chang ko'rinishida ajraladi. Shuning uchun sexga katta quvvatda ishlaydigan filtrlar, siklonlar, elektrofiltrlar qo'yilib, chang zarralari ushlab qolinadi va bu zarralar yana ishqorlash jarayoniga yuboriladi.

Yuvish

Birikma va ruda asosiy metall qanday holatdaligiga qarab, mexanik va flotasion boyitiladi va kuydiriladi, so'ngra kimyoviy reagentlar ta'sirida ruda tarkibida o'zgarishlar ketadi.



Yuvuvchi agent kislota eritmasi, tuz va ishqor eritmasi bo'lishi mumkin. Karbonatli rudalar yuvilgan vaqtda CO₂ hosil bo'lib, ko'piklanib ketadi, karbonat angidrid o'zi bilan kislota zarrachalari olib chiqadi, aralashmani yuzasida kislotali tuman hosil bo'ladi.

Shuning uchun reaktivni hajmi katta bo'lishi kerak.

Silikatli rudalar qayta ishlash qiyinligi uchun ko'p ishlatilmaydi.

Yuvish jarayoniga juda ko'p omillar ta'sir qiladi: **ruda xili, tuzilishi, yuzasining xossalari, eritmaning harorati va konsentrasiya, diffuziya** va b.

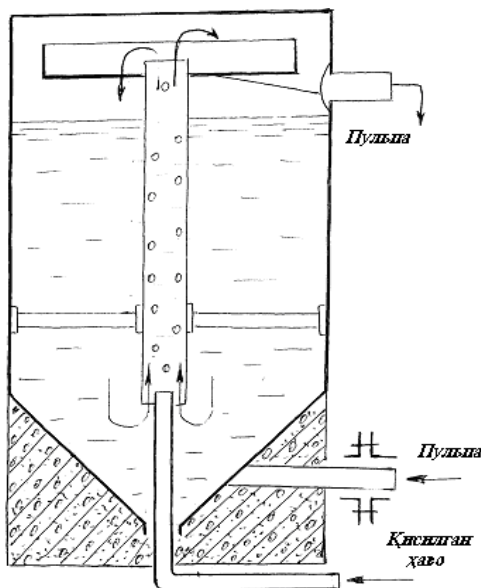
Yuvish apparatlari bir va ikki bosqichli bo'lishi mumkin. Birinchi yuvish uskunasi sirkulyatorlar deb ataladigan oddiy idishdan iborat bo'lgan, ruda idishga solinib ustidan eritma quyiladi va aralashtiriladi, energiya sarflanmaydi, bu usul oxirigi vaqtda gidroelektrometallurgiyada yana qo'llanilmoqda.

Keyinroq Pachuk uskunalar qo'llanila boshlandi, bu uskunada ruda solinib ostidan pul'pa² berib turiladi, eng pastidan 2-3 kg/sm² bosimli (0,2-0,3 mP) qisilgan havo berib boriladi. Yuqorigi tushayotgan pul'pa pastdan yana qisilgan havo bilan yangi pul'pa aralashtirilib, **reaktorga** jo'natiladi.

Yuvish jarayoni eng pastki qavatda rudani butunlay ho'llaydi, chiqayotgan

² Maydalangan suv yoki biror erituvchida suyultirilgan ruda

eritma yuvish jarayoniga qayta-qayta yuborilsa **ko'p qavatli yuvish** deyiladi.

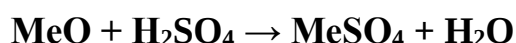


3.3 - rasm. Aerolift usulida ho'llash apparati sxemasi.

Rudani qayta ishlashni avtoklav usuli

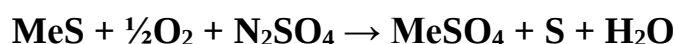
Bu usul yuqori bosim va temperaturada qayta ishlashga asoslangan bo'lib, avtoklav usulida rudani kuydirish va yuvish bir vaqtda olib boriladi. Yuqori bosim (**0,5-2 mPa**, va **5-20 kg sm/sm²**) va harorat 100°C (200°C gacha) kimyoviy reaksiyalar tezligi tezlashadi oddiy sharoitda sodir bo'lmagan bir qancha jarayonlar sodir bo'ladi.

Avtoklavda oddiy **almashinish** reaksiyalari



Tuzlarning **almashinib parchalanishi** va oksidlanish va **qaytarilish reaksiyalari** sodir bo'ladi.

M: sulfidlar oksidlanadi.



Elektrolitni tozalash usullari

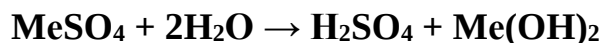
Metallarni **pirometallurgik** rafinlashda ham rudalarni yuvib eritganda ham **elektroliz** jarayoniga xalaqit beruvchi komponentlar uchraydi.

Eritmani filtrlab va uzoq tindirilganda ham turli metall ionlari, anionlar, kolloid birikmalar, neytral zarrachalar, katoddagi cho'kmada oltingugurt, uglerod, fosfor va boshqa metalmas zarrachalari uchraydi.

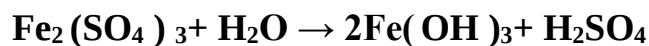
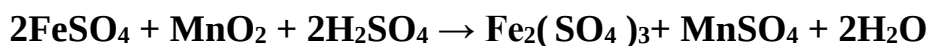
Gidroelektrometallurgiyada eritmani tozalashni bir necha usullari bor.

Kam eruvchi birikmalarni **cho'ktirish, siqish, ekstraksiya, adsorbsiya, ion almashinish** va boshqa **elektrokimyoviy** usullardir.

Kam eruvchi birikmalarni cho'ktirish usuli keng tarkalgan. Filtrlangan eritmaga boshqa tok ta'sir ettirib qiyin eriydigan cho'kma hosil qilinadi, tashqaridan ion keyingi elektroliz jarayoniga ta'sir etmasligi kerak. Eng ko'p qo'llaniladigan usul bu gidrolizdir.

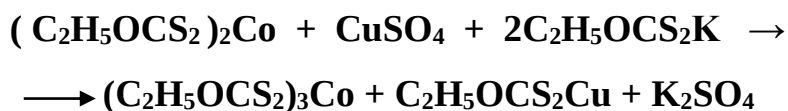
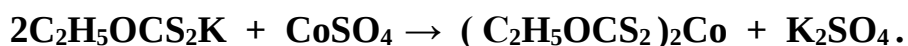


Gidroksidlar va metallarning tuzlari turli xil muhit - **rN** da eruvchanlik ko'paytmasi har xil bo'lgan birikmalar hosil qiladi.



Kam eruvchi birikmalarga aylantirishni ikkinchi usuli sulfidlar, ksantogenatlar, karbonatlar yoki maxsus organik birikmalar ta'sir ettirib cho'kmaga tushiriladi.

Masalan: Co metalini cho'kmaga tushirish uchun eritmadagi Co^{2+} ioni oldindan oksidlanib Co^{3+} ga o'tkaziladi, oksidlash uchun CuSO_4 , KMnO_4 NaNO_3 va boshqalar qo'llaniladi.



Ion almashinish usulda tozalash ayrim moddalarning sfesifik xossasiga asoslangan (sintetik smola, ko'mir, gidrosilikatlar). Xemosorbitlar shunday moddalarni darrov biror ionni yutib, ikkinchi ionni chiqarib yuboradi. Kationni almashtirsa kationit, anionni almashtirsa anionit deyiladi.

Hozirgi zamon ionitlari etarlicha takomillashgan bo'lib, maxsus tayyorlash mumkin.

MA'RUZA № 4

MAVZU: MISNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRISH

1. Misning sanoat va texnologiyadagi ahamiyati.
2. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari.
3. Mis ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xomashyolar.
4. Jarayonning umumiy texnologik sxemasi.

Misning sanoat va texnologiyadagi ahamiyati.

Gidroelektrometallurgiya sanoatida misni elektrolitik usul bilan olish hozirgi vaqtda yuqori o'rinda turadi. Mis yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgani sababli metallga bo'lgan talab oshib bormoqda, 50% olingan metall elektrotexnika sanoatiga toza mis (99,9% Su) va mis kukuni olish uchun sarf bo'ladi. 30-40% qotishmalar: latun', bronza, mel'xior, neytil'bera, konstanta, manganin olish uchun ketadi. Qolgan qismi galvanotexnika, yarim o'tkazuvchilar, qishloq xo'jaligida mikroo'g'itlar sifatida ishlatildi.

Tabiatda Su kam tarqalgan, asosan 80% sulfidlar, 15%-oksidlar, 5% -sof holda uchraydi.

Sanoatda olinadigan mis metali rudalar tarkibida 0,3-3% gacha bo'ladi.

Jarayon asoslari

Gidroelektrometallurgik jarayonlar ikki turga bo'linadi:

-elektrolitik rafinlash – bu pirometallurgiya usulida metall ishlab chiqarishning yakunlovchi bosqichi hisoblanadi. Bunga mis va nikel kabi metallar olishni kiritish mumkin.

-elektrolitik usulda cho'ktirish (elektroekstraksiya)- gidrometallurgik siklning yakunlovchi jarayoni hisoblanadi. Shu yo'l bilan rux, kadmiy va boshqa metallarni olish mumkin.

Elektrolitik rafinlashdan pirometallurgik usul bilan olingan (pechlarda suyultirib) metall tarkibidagi zararli aralashmalardan maxsus tozalash va uning tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda foydalaniladi. Bu maqsadda qora metall anodlarga quyiladi va yashik ko'rinishidagi elektrolizyorlarda elektrolitik rafinlashga uchratiladi. Eritmaga o'tgan asosiy metall ionlari eritma orqali tok o'tkazilganda qaytariladi va katodda cho'ktiriladi,

anod tarkibidagi aralashmalar esa elektrolit tarkibiga o'tkaziladi va u yoki bu usul bilan undan yo'qotiladi, agar erimaydigan bo'lsa shlam holida ajraladi, so'ngra vannadan chiqariladi hamda uning tarkibidagi qimmatbaho metallarni ajratib olish uchun maxsus yo'l bilan qayta ishlanadi.

Elektroekstraksiya gidrometallurgiya sanoatining oxirgi bosqichi bo'lib, bunda ma'dan yoki konsentrat (oldindan ishlov berish, masalan kuydirish) eritiladi yoki ma'lum reagent bilan ishqorlanadi. Aralashmalardan tozalangandan keyin olingan eritma erimaydigan anodli elektrolizyorda elektroliz qilinadi. Bunda metall cho'ktiriladi va qayta suyultirilgandan keyin (rafinlash jarayonidagi kabi) yuqori tozalikka ega bo'lgan mahsulotga aylanadi. Ishlov berilgan elektrolit yana qaytadan ishqorlashga yuboriladi. Shunday qilib, "ishqorlash-elektroliz" yopiq sikli hosil bo'ladi. Elektrorafinlash va elektroekstraksiyalash bir-biridan quyidagi jihatlari bilan farq qiladi:

1. Elektrorafinlash eruvchan anodlar ishtirokida olib borilganligi uchun vanna shinalaridagi kuchlanish katta qiymatga ega emas va elektrolitik cho'ktirishga nisbatan elektr energiya sarfi unchalik katta bo'lmaydi, chunki metalni anodda eritish uchun sarflanadigan energiya katodda cho'ktirilayotgan ionlardan ajralayotgan energiya bilan kompensatsiyalanadi.

Elektroekstraksiyalashda esa erimaydigan anodlarda amalga oshiriladigan energiyaning asosiy qismi ajratib olinadigan metall tuzini parchalash uchun sarflanadi. Shu tufayli metalni cho'ktirish uchun energiya sarfi elektrorafinlashga nisbatan 10 marta yuqori bo'ladi.

2. Elektroekstraksiya jarayonida elektrodalarda teskari E.Y.K. hosil qiluvchi qutblanishga olib keluvchi gaz moddalar ajralib chiqadi va ularni bartaraf etish uchun qo'shimcha energiya talab etiladi. Elektrorafinlashda qutblanish katta qiymatga ega bo'lmaydi.

3. Elektroekstraksiyalashda refinlashga nisbatan birmuncha iflosroq bo'lgan eritmalar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Bu esa cho'kmaning qayta erishiga va buning oqibatida tok va energiya bo'yicha chiqishning pasayishiga olib keladi.

4. Elektrolitik rafinlash jarayonida elektrolitning tarkibi amalda bir xil bo'ladi. Elektroekstraksiyalashda esa elektrolit tarkibidagi cho'ktirilayotgan metall ionlari kamayib boradi va u kislota ionlari bilan boyitiladi. Elektrolit tarkibini doim bir me'yorda ushlab turish uchun vannaga yangi elektrolit quyiladi. Uning miqdori cho'ktirish hisobiga metalning miqdori kamayishi bilan kompensatsiyalanadi.

5. Hidroelektrometallurgik usullar o'zining bir qancha afzalliklari (metallarning yuqori tozaligi va ularning yuqori darajada ajratib olish va boshqalar) tufayli keng miqyosda tarqalgan. Hozirgi vaqtda bu usullar bilan rux, mis, nikel, oltin, kumush, qalay, qo'rg'oshin, marganes va boshqa metallar olinadi.

Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari.

Hozirgi vaqtda metallarning asosiy qismi ruda va konsentratlarni suyultirishni o'z ichiga oluvchi usullar bilan ishlab chiqarilayotgan bo'lib, bunda jarayon turlicha pechlar (shaxtali, elektr pechlari va boshqalar)da olib boriladi, bu usul ***pirometallurgiya*** deb ataladi. Pechlarda suyultirilayotgan metallar tarkibida ularning xossalriga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi aralashmalar ham bo'lib, ularni yo'qotish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ko'pincha bunday aralashmalarning narxi yuqori bo'lib, ularni ajratib olish metall olishning butun jarayonlari tannarxiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunday aralashmalarga oltin, kumush, selen, tellur va boshqalar kiradi. Rafinlashning issiq usulidan har doim ham foydalanib bo'lmaydi va bu maqsadga muvofiq emas. Ko'proq foydalaniladigan usul eruvchan anodlar ishtirokida elektrorafinlash usuli hisoblanadi. Hozirgi vaqtda elektrolitik rafinlashdan misni kumush, oltin, selen va boshqa aralashmalardan tozalashda keng ko'lamda foydalanilmoqda.

Kumush, oltin, qo'rg'oshin, vismut, qalaylar ham elektrolitik rafinlanadi.

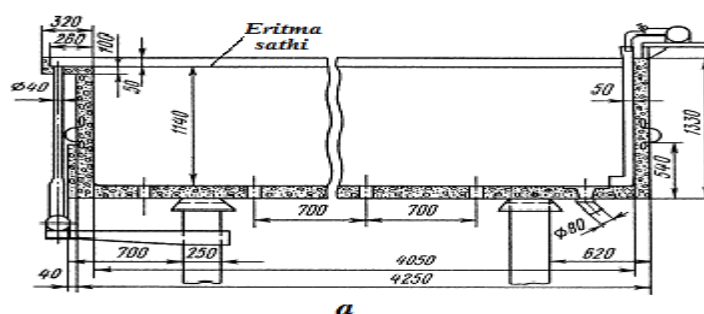
Misni elektrolitik rafinlash

a.Elektrod, vannalarning o'lchamlari va konstruksiyasi

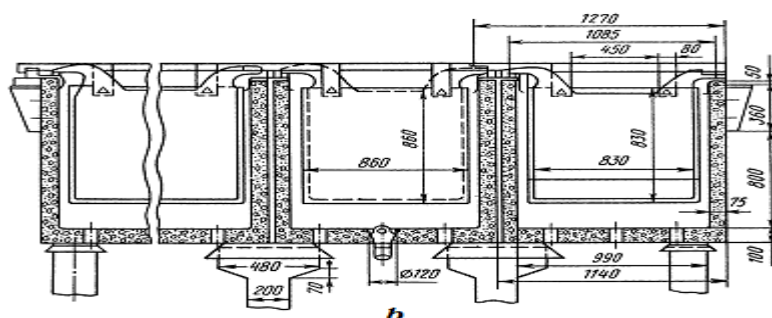
Misni elektrolitik rafinlash to'g'ri burchakli maxsus elektrolizyorlarda olib

boriladi. Ular temir betondan monolit ko‘rinishida tayyorlanib, 10-20 ta vannalar blok ko‘rinishida yig‘iladi va bu bloklardan ikkitasi o‘zaro biriktiriladi. Yig‘ma konstruksiyali vannalardan ham foydalanish mumkin. Masalan, ustun va devorlari temir betondan, tubi esa yog‘ochdan, ko‘pincha ustun va bo‘ylama devorlari temir betondan, yon devorlari va tubi yog‘ochdan tayyorlanadi. Hamma elementi temir betondan tayyorlangan vannalar ham mavjud. Ayrim korxonalarda kislotaga chidamli betondan tayyorlangan monolitli bloklardan foydalaniladi.

Tarkibida yuqori konsentratsiyali sulfat kislota bo‘lgan elektrolitning agressivligi hisobga olinib, vannaning ichki qismi qoplab chiqiladi. Ko‘pgina korxonalarda vannaning ichki qismi tarkibida 2-3% surma bo‘lgan qo‘rg‘oshindan tayyorlanadi yoki qalinligi 10-15 mm li viniplastli list bilan almashtiriladi. Polivinilxloriddan ham futerovka sifatida foydalanish mumkin. Quyidagi rasmlarda temir betonli vannalar ko‘rsatilgan.



4.4-rasm. Misni elektrolitik rafinatsiyalashda temirbetonli vannaning bo‘ylama qirgimi



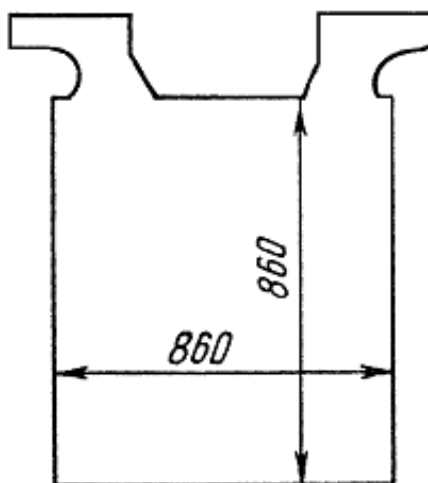
4.5-rasm. Temirbetonli vanna ko‘ndalang kesimi

Vannaning ichki o‘lchamlari standartlashtirilmagan. Vannaning uzunligi elektrodلarning qalinligi va soni hamda ular orasidagi masofaga bog‘liq. Bundan

tashqari devor va chetki katodlar orasidagi masofa 155 *mm* va 205 *mm* ni tashkil etishi kerak. Vannaning eni katod eniga vanna devorigacha 50 *mm* dan ikkita oraliq qoldirilgan masofaning yig'indisiga teng. Vannaning chuqurligi katod uzunligi elektrolit sathidan 50 *mm* qo'shish va katodning pastki qismida 100-150 *mm* qoldirish bilan aniqlanadi. Vannaning o'lchamlari taxminan quyidagicha bo'ladi:

Uzunligi 3,5 dan 5,5 *m* gacha, eni 1 dan 1,5 *m* gacha va chuqurligi 1,2 - 1,3 *m* ni tashkil etadi. Turli korxonalardagi elektrodning o'lchami ham turlicha bo'ladi. Bunda asosan katta o'lchamli 860x860 anodlardan foydalaniladi. Oxirgi yillarda ularning o'lchamlarini 914x914 *mm* gacha oshirish ko'zda tutilmoqda. Ayrim korxonalardagi anodlar massasi 350 *kg* gacha yetadi. Anodlarning qalinligi 35-45 *mm* ga teng. Anodlar qalinligini tanlashda nisbatan qalinroq anodlardan foydalanish, anodlarni vannaga tushirish va olish hamda vannani shlamdan tozalash bilan bog'liq bo'lgan mehnat sarfini birmuncha kamaytirish imkonini beradi. Lekin nisbatan qalinroq anodlardan foydalanish elektr energiya sarfini ortishiga olib keladi. Tokning katod sirti bo'ylab bir me'yorda taqsimlanishini ta'minlash uchun katodlar anodlarga nisbatan 30 *mm* ga kengroq va pastki qismi anodlarnikiga nisbatan 20-30 *mm* pastroq tushiriladi. Katodlar va anodlarning o'lchamlari bir xil bo'lsa, kuch chiziqlari ko'proq qirra va burchaklarda yig'iladi hamda bu yerlarda dendrid va shishlar o'sa boshlaydi.

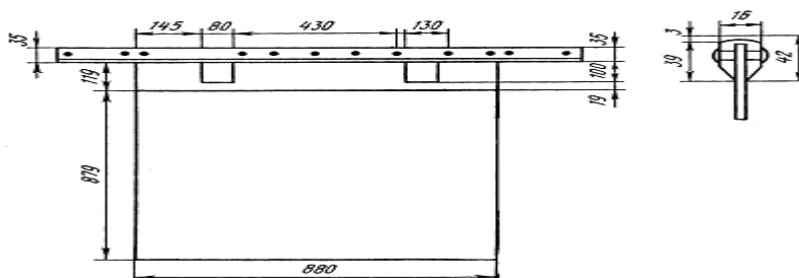
Gidroelektrometallurgiyada foydalaniladigan katodlar matritsa katodlar va asos katodlarga bo'linadi. Matritsa katodlardan ma'lum qalinlikda hosil bo'layotgan metall ajratib olinadi, asos katodlari esa yig'ilayotgan metall bilan qayta suyultirishga yoki bevosita iste'molchiga beriladi. Matritsali metall sifatida alyuminiy va zanglamaydigan po'latdan foydalaniladi.



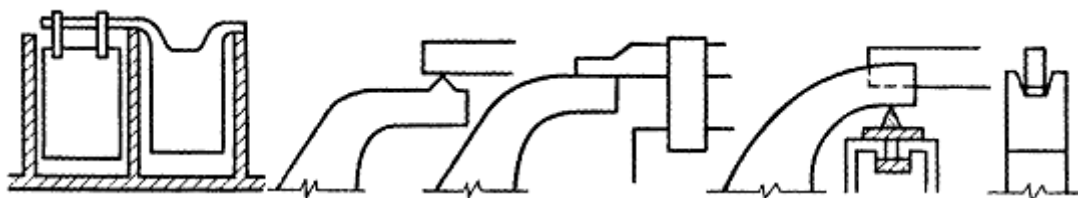
4.6-rasm. Anodlarning tashqi ko‘rinishi.

Matritsali vannalarda olingan asos katodlar yuqori plastiklikni namoyon qilishi, teng va yupqa strukturali, yoriq va shishlarga ega bo‘lmasligi kerak. Buning uchun o‘ta toza elektrolitdan foydalaniladi va tok zichligi odatdagidan birmuncha kam bo‘ladi.

4.7-rasmda katodli shtang va anod orasidagi kontaktlashishning turli xil variantlari va chizmalari ko‘rsatilgan.



4.7-rasm. Asosni o‘stirish uchun matritsa



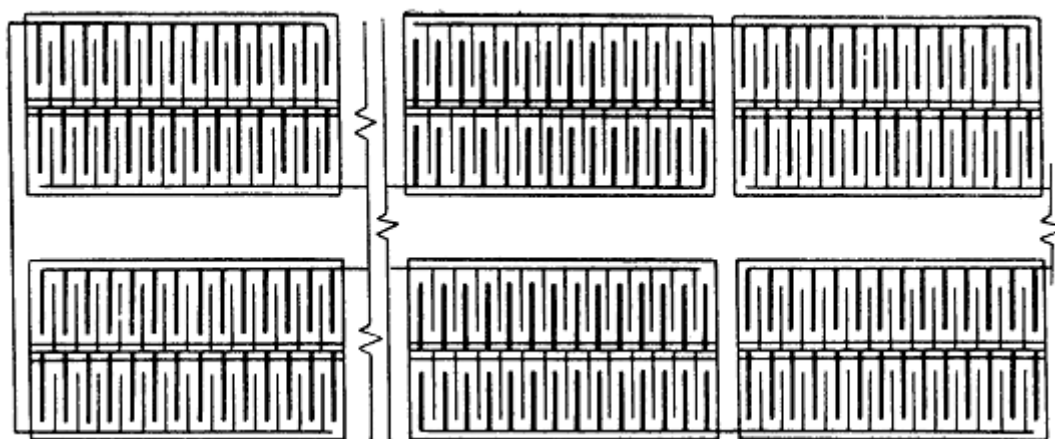
4.8-rasm. Anod va katodlar orasidagi bevosita kontaktlashish qurilmalarining sxematik ko‘rinishi

b.Vanna va elektrodnlarni ulash. Dunyo amaliyotida elektrodlar va vannalarni ulashning ikki xil chizmasidan foydalaniladi:

1. Multipl- barcha bir xil ismli elektrodlar parallel, vannalari esa ketma-ket ulanuvchi (parallel-ketma-ket ulash) chizma.

2. Seriyali chizma, bunda vannadagi barcha elektrodlar ketma-ket ulanadi. Bunda har qaysi elektrod bipolyar rejimda ishlaydi. Elektrodning bir tomoni anod, ikkinchi tomoni esa katod vazifasini bajaradi.

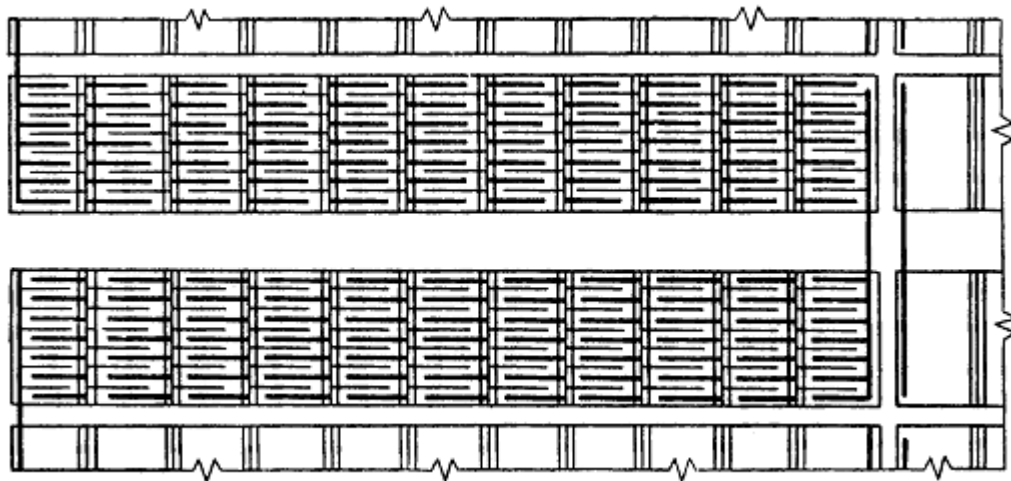
Ulardan multipl chizmasi ko‘proq tarqalgan bo‘lib, sistemalarning eng soddasi oralari devor bilan ajratilgan va ketma-ket ulangan juft vannalar tizimini hosil qiladi. Bunday qo‘sh vannalarning bortlarida asosiy tok o‘tkazuvchi shinalar joylashtirilgan. Musbat shinaga anodlar (qalin chiziqlar), manfiy shinaga katodlar (ingichka chiziqlar) ulanadi. O‘rta, ajratuvchi devorlarda oraliq kesimi katta bo‘lmagan shinalar o‘rnatilgan bo‘lib, bu har ikki vannadagi anod va katodlarni ketma-ket ulash imkonini beradi. Vannalar temirbetondan tayyorlangan va diskli qo‘rg‘oshin yoki viniplast bilan qoplab chiqilgan. Vannalarni bunday ulash qulay bo‘lib, bunda har qaysi vanna yacheykasiga xizmat ko‘rsatish imkoni tug‘iladi.



4.9-rasm. Multiplet tizimi bo‘yicha misni elektrolitik rafinlashga mo‘ljallangan juft vannalarni ketma-ket ulash chizmasi.

Multiplet tizimini yanada takomillashtirishni 1908-yilda Uoker amalga oshirdi. Juft vannalar prinsipidan foydalanib, u vannalarni oraliq devorli bloklarga yig‘ib chiqdi. Bunda har qaysi blok 5-20 tadan ketma-ket ulangan vannalardan tashkil topadi. Tokni uzatuvchi asosiy shinalar birinchi va oxirgi vanna blokining

bortlariga joylashtirilgan. Oraliq devorli bortlarda oraliq vannalar oʻrnatilgan. Bunda kam miqdordagi misli ixcham konstruksiyali qurilma hosil qilinadi. Lekin bunday vannalarga 2-4 qatordan keyin joylashtirilgan boʻlaklar uzunligi 3-6 m vannalarga xizmat koʻrsatish imkonini bermaydi.



4.10-rasm. Uoker tizimi boʻyicha vannalarni ketma-ket ulash tizimi

Misni yanada iqtisod qilishga intilish oraliq shinalardan voz kechishni talab qiladi. Masalan, Uaytxed katodlarni koʻtarib turuvchi shlanglarni bevosita anod elkasiga joylashtirishni taklif etdi. 4.7-rasmda katodli shtang va anod orasidagi kontaktlashishining turli xil variantlari koʻrsatilgan.

Bloklar alohida vannalardan yoki yaxlit quyish yoʻli bilan quyiladi. Alohida vannalardan tashkil topgan bloklardan foydalanishda ular temirbeton balkalarda bir-biriga zich holda joylashtiriladi. Vannalar izolyatorlarga oʻrnatiladi. Izolyatorlar sifatida shisha, diabaz, chinni, tekstolitdan tayyorlangan oʻlchamlari (20x20x2,5) boʻlgan plitalardan foydalaniladi.

3.4-rasmdagi vanna viniplastdan tayyorlangan va futerovkaga payvandlangan choʻntak bilan taʼminlangan. Bu choʻntakka taqsimlovchi trubaning shlangi orqali eritma beriladi.

Vannani eritma bilan taʼminlashga moʻljallangan trubalar viniplast yoki feolitdan tayyorlanadi.

Vannani elektrolit bilan taʼminlash uchun ikki xil chizmadan foydalaniladi:

-kaskadli - bunda elektrolit bir vannadan boshqasiga vannalarning bosqichli joylashtirilishi tufayli oqib tushadi.

MA'RUZA № 5

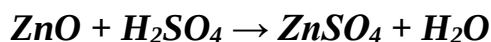
MAVZU: RUXNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQARISH

Reja:

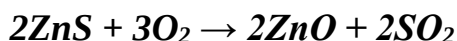
1. Ruxning sanoatdagi ahamiyati va qo'llanilish sohalari.
2. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari.
3. Rux ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyolar (ruxli rudalar, konsentratlar).
4. Elektrolitik ishlab chiqarishning umumiy texnologik sxemasi.

Tayanch atama va iboralar: pulpa, pachuk agitator, cho'ktirish, elektrod potentsiali, muvozanat konstantasi, elektrolizyor.

Elektrolit sifatida ruxni madanlardan sulfat kislota ishtirokida ishlov berish natijasida olingan rux sulfatdan foydalaniladi. Ruxli madanlar asosan rux aldamasi **ZnS** dan iborat. Kulrang rux kislota yomon eriydi, shuning uchun u rux oksidi **ZnO** ga aylantiriladi. Rux oksidi oddiy temperaturada hatto sulfat kislota kuchsiz eritmalarida ham oson eriydi.



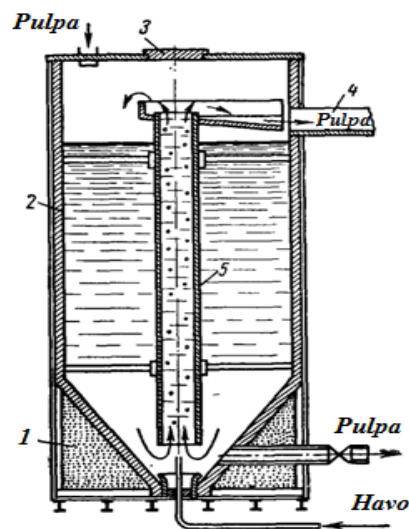
Rux sulfidni eriydigan holga o'tkazish uchun ruxli konsentrat oksidlovchi modda ishtirokida kuydiriladi. Bunda **ZnS** ni **ZnO** ga aylantirish mumkin.



Kuydirilgan kuyindi-konsentrat elektroliz natijasida hosil bo'lgan, tarkibida 100-120 g/l sulfat kislota tutuvchi elektrolit bilan ishqorlanadi.

Ishqorlash ikki bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqichda kislota ortiqcha olinadi (kislotali ishqorlash). Bunda tarkibida 6 g/l sulfat kislota bo'lgan kuchsiz eritma

hosil bo'ladi. Ular ikkinchi bosqichga (neytral ishqorlash) berilib, bu yerda ortiqcha kislota to'liq ortiqcha kuyindi bilan neytrallanadi, shunday ishlash



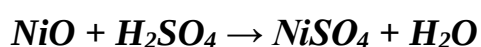
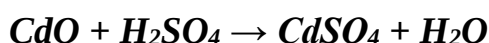
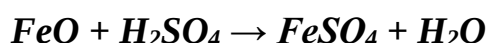
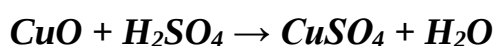
17.9 – rasm. Havoli aralashtirgich “Pachuk” agitatori:

1- qayta to'ldirish; 2- korpus; 3- lyuk; 4- chiqarish trubasi; 5- markaziy truba

sxemasida madan tarkibidan ko‘p miqdorda ruxni ajratib olish imkoni tug‘iladi.

Kuyindi agetator-apparatlarida shiddatli aralashtirilib ishqorlanadi. Agitatorlarda aralashtirish jarayoni mexanik aralashtirish, yoxud maxsus parrakli aralashtirgich yoki havoli aralashtirgich (“Pachuk” agitatori) yordamida olib boriladi. Bunda havo vertikal markaziy quvur orqali berilib, shiddatli aralashtiriladi. Havo yuqoriga quvur bo‘ylab harakatlanib, o‘zi bilan pulpani ham olib ketadi. Markaziy quvur ko‘p miqdorda gaz bilan to‘ldirilib, eritma zichligi uning boshqa hajmiga nisbatan kam bo‘lganligi tufayli, bu holat pulpali eritmaning harakatlanishiga imkon beradi.

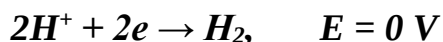
Ishqorlash jarayonida eritmaga rux bilan birgalikda bir qancha aralashmalar ham o‘tadi, masalan:



Elektroliz uchun olingan eritma nodir metall aralashmalaridan yaxshilab tozalanishi kerak. Eritmani kislotali ishqorlash natijasida uch valentli temir ko‘rinishida o‘tgan temirdan tozalash uchun u oldindan marganes (IV) oksidi yordamida temir oksidigacha oksidlanadi. Neytral ishqorlashda temir oksidi temir gidroksidi ko‘rinishida cho‘kmaga tushadi. Cho‘ktirilgan temir gidroksidi mishyak va surmali birikmalarini adsorbilaydi. Ruxga nisbatan birmuncha elektromusbat bo‘lgan boshqa metallar eritmada rux changi ko‘rinishida cho‘ktiriladi. Temirning oksidlanishida eritmaga o‘tgan marganes zaharli aralashma hisoblanmaydi va elektroliz jarayonida anodda marganes (IV) oksidigacha oksidlanadi va undan temirni oksidlashda foydalaniladi.

Aralashmalardan tozalangan rux sulfat eritmasi elektrolizga beriladi. Rux sulfatning neytral eritmalarining elektr o‘tkazuvchanligi birmuncha past bo‘lib, uni oshirish uchun eritmaga kislota ta’sir ettiriladi.

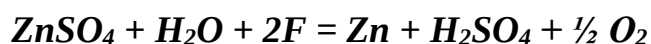
Rux sulfatning kislotali eritmalarini elektrolizlashda ikki xil katodli jarayonni kuzatish mumkin:



Shunga ko'ra, potentsiallar nisbatidan kelib chiqqan holda elektroliz jarayonida rux emas, balki vodorod ajralib chiqadi, lekin elektroliz sharoitida vodorod ruxga nisbatan kattaroq kuchlanishga ega ekanligi uchun amalda rux ajralib chiqadi.

Qo'rg'oshinli anodda kislorod ajralib chiqadi va bunda sulfat kislota regeneratsiyalanadi.

Elektroliz natijasida elektrolitda sulfat kislota ning konsentratsiyasi ortadi, rux sulfatning miqdori esa kamayadi:



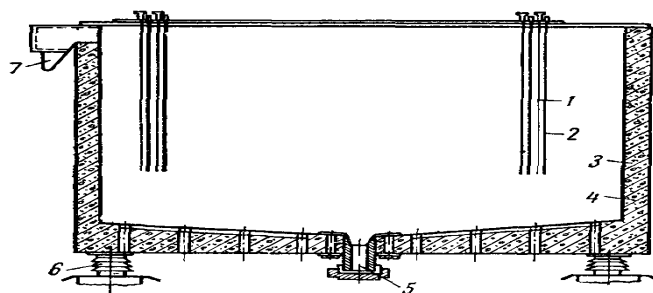
Elektroliz jarayoni elektrolit tarkibidagi sulfat kislota konsentratsiyasi 100-120 g/l ga teng sharoitda olib boriladi. Kislota miqdorining yuqori bo'lishi tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi. Vannadagi rux konsentratsiyasi 50-60 g/l ni tashkil etadi. Vannadagi kerakli elektrolit tarkibi bir xil ushlab turilishi kerak. Buning uchun vannani rux sulfatning konsentrlangan neytral eritmasi bilan ta'minlab turish talab etiladi, shunga ko'ra elektrolitni sirkulyatsiyalash tezligi tanlanadi. Normal elektrolizda temperatura 35-40°C da ushlab turiladi. Temperaturaning ortishi tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi, shuning uchun joulli issiqlikni kamaytirish maqsadida elektrolit sovutiladi. Buning uchun har qaysi vanna qo'rg'oshinli sovutgich bilan sovutiladi yoki markaziy sovutish tizimi tashkil etiladi.

Elektroliz 300-450 A/m² katodli tok zichligida olib boriladi. Bunda tok bo'yicha chiqish 88-94% ni tashkil etib, 1 t rux uchun sarflangan energiya 3000-3500 kvт-soatga teng bo'ladi. Olingan ruxning tozaligi 99,7-99,99% ni tashkil etadi.

Rux sulfatni elektroliz qilish amaliyotida elektrolitdagi sulfat kislota konsentratsiyasi 250 g/l bo'lgan jadallashtirilgan deb ataluvchi jarayon ham

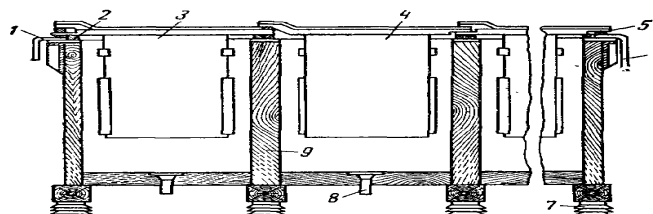
ma'lum, lekin bu jarayonni yuqori tok zichligida olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Tok zichligini ortishi elektr energiya zichligini oshirmaydi, chunki elektrolit kislotaliligining ortishi bilan uning elektr o'tkazuvchanligi ham ortadi. Bu usulning kamchiligi apparaturalarning yuqori korroziyalanishi hisoblanadi.

Rux elektrolizi uchun vannalar yog'ochdan yoki temirbetondan tayyorlanadi. Bu to'g'ri burchakli, uzunligi 2-3 m, eni 0,8-1,1 m va chuqurligi 1,1-1,5 m bo'lgan qutidan iborat. Anod materiali qo'rg'oshin yoki qo'rg'oshin-kumushli qotishma (1% kumush), katod materiali esa alyuminiydan iborat. Katod sirtidagi ruxni oson ajratib olish uchun uning chetlariga ruxning har ikki tomonda ortib ketishining oldini olish uchun maxsus plankalar kiydiriladi. Rux sutkasiga bir marta ajratib olinadi.



5.2-rasm. Temir betonli vanna

1-katod; 2-anod; 3-korpus; 4-futerovka; 5-chiqish patrubkasi, 6-izolyator; 7- chiqish cho'ntagi



5.3-rasmda esa yog'och vanna bloklari ko'rsatilgan.

1-katodli tok berish; 2- katodli shina; 3-anod; 4- katod; 5-anodli shina; 6- anodli tok berish; 7- izolyator; 8- chiqish patrubkasi, 9- korpus.

Ruxni elektrolitik olish korxonalari ko'pincha yuqori quvvatlarga mo'ljallab quriladi. Elektrolizyordagi yuklanish 13500 a gacha etishi mumkin.

MA'RUZA № 6

MAVZU: NIKELNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQARISH

Reja:

1. Xomashyolar (nikel rudalari, sulfid va oksid konsentratlar).
2. Xom ashyoni tayyorlash.
3. Elektrolit tayyorlash.
4. Elektrokimyoviy jarayoni nazariy asoslar.
5. Zamonaviy texnologik takomillashtirish yo'nalishlari..

Tayanch atama va iboralar: ishqalanish ko'effitsienti, cho'ktirish, elektrod potentsiali, agressiv muhit, elektrolizyor.

Nikelni elektrolitik rafinlash

Nikel – kumushsimon oq rangli, sarg'ish izlari bo'lgan, atom massasi 58,7 ga, valentligi ikki, zichligi $8,9 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish harorati 1450°C , solishtirma elektr qarshiligi $0,068 \text{ Om}\cdot\text{mm}$ ga teng bo'lgan metall.

Elektrolit tarkibiga bog'liq ravishda nikelning yaltiroq bo'lmagan cho'kmasi qattiqligi 2,5 MPa, yaltiroq cho'kmalari qattiqligi esa 5,5 MPa ga teng.

Passivlanishga bo'lgan qobiliyati yuqori bo'lganligi tufayli nikel atmosferaga, ko'pgina organik kislotalarga barqaror, mineral kislotalarda kam eriydi. Turli xil harorat va konsentratsiyalarda mineral kislota, ishqorlarga chidamli hisoblanadi. Nikelning ikki valentli ioniga nisbatan standart potentsiali - 0,25 v ga teng. Nikel temirga nisbatan birmuncha elektromanfiy hisoblanadi va uni elektrokimyoviy himoya qila olmaydi. Nikel temirni qoplamada g'ovakliklar bo'lmaganda ishonchli himoya qila oladi.

Nikelning po'latga quruq ishqalanish ko'effitsienti yaltiroqli qoplamalar uchun 0,11-0,12 gacha, yaltiroq bo'lmagan qoplamalar uchun esa 0,15-0,30 gacha o'zgarishi mumkin.

Nikelning o'ziga xos xususiyati ishqorlarga nisbatan barqarorligining yuqoriligi va passivlanishga moyilligi hisoblanadi. Uning birikmalari gidravlik turg'un va zararsiz hisoblanadi. Shu xususiyatlarni inobatga olib, nikelli

qoplamalardan sanoatda himoya-dekorativ va dekorativ ishlov berish maqsadlarida, yuqori haroratlarda detallarni korroziyadan saqlash, po‘latga boshqa qoplamalar surkashda oraliq qatlam sifatida foydalanish mumkin, bunda qoplamaning asosiy metall bilan birikishi yanada mustahkam bo‘lishi ta’minlanadi, tebranuvchi sirtlarning yemirilishga bardoshlilik ortadi.

Ishlatilish sohasiga qarab nikelli qoplamalarning qalinligini quyidagi oraliqda olish tavsiya etiladi: himoya-dekorativ va dekorativ maqsadlar uchun 0,5-3 *mm*, boshqa qoplamalarni surkashdan oldin oraliq qatlam hosil qilish uchun 0,5-3 *mm*, agressiv muhitlarda korroziyadan himoya qilish uchun ≤ 300 *mm*, sovuqqa chidamlilikni oshirish uchun 20-100 *mm* deb qabul qilinadi.

Nikeldan ko‘pgina korroziyaga, issiqlikka chidamli qotishmalar ishlab chiqarishda ko‘p foydalanilganligi tufayli, u kamyob hisoblanadi va shu sababli undan keng miqyosda foydalanilmaydi. Nikelli qoplamalarning o‘rnini dekorativ himoyali bo‘yashda uning oq bronza bilan hosil qilgan yupqa qatlamli, nikelning rux, fosfor, bor hamda xrom bilan emirilishga bardoshli qoplamalari, nikel, temir asosidagi kompozitsion qoplamalarga korund va boshqa qattiq materiallar qo‘shib tayyorlangan qoplamalar egallashi mumkin.

Nikellash elektrolitlari tarkibida uchta asosiy komponent bo‘ladi: metall katodiga cho‘ktiriladigan ionlar manbai hisoblangan nikel tuzi, eritmalarning elektr o‘tkazuvchanligini oshiruvchi tuzlar, eritma kislotaliligini o‘zgartirmasdan ushlab turuvchi buferli birikmalar.

Nikellash elektrolitlariga ham noorganik, ham organik maxsus qo‘shimchalar qo‘shiladi va ular anodlarning eruvchanligini oshiradi, shlam hosil bo‘lishining oldini oladi, asosiy metall sirtini tekislashga imkon beruvchi yaltiroq cho‘kma olish imkonini beradi, pittingning oldini oladi, cho‘kmaning qattiqligini oshiradi va g‘ovakligini kamaytiradi.

Asosiy tuzlarning tarkibiga ko‘ra nikellash elektrolitlarini to‘rtta asosiy sulfatli, sulfaminli, xloridli va ftoridli guruhlariga bo‘lish mumkin.

Nikel tabiatda sulfidli yoki oksidlangan ma‘danlar ko‘rinishida uchraydi. Sulfidli ma‘danlar tarkibida nikeldan tashqari har doim mis, kobalt va platinali

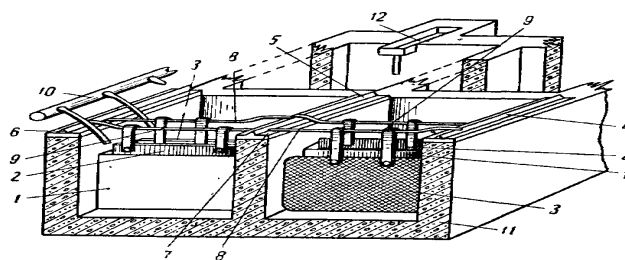
metallar uchraydi, nikelni ajratib olish uchun ruda yoki konsentrat pirometallurgik usulda qayta ishlanadi. Suyultirishdan keyin ular elektr shaxtali yoki qaytaruvchi pechlarda suyultirilib, mis-nikelli shteyn olinadi. Shteyndan pirometallurgik qayta ishlash va mis sulfidni ajratib olingandan keyin tarkibida 1,5-6% mis, 0,5-2,5% temir, 0,5-2% kobalt, 0,5-2% oltingugurt bo'lgan qora nikel quyib olinadi. U qoliplarga quyiladi. Shu yo'l bilan olingan anodlar elektrolitik rafinatsiyalanadi.

Oksidlangan nikelli ma'danlardan pirometallurgik qayta ishlashdan keyin qora nikelga nisbatan birmuncha toza nikel sulfidli ma'danlar olinadi. Baribir toza nikel olish uchun u elektrolitik rafinatsiyalanadi. Elektrolitik rafinatsiyalashda bir qancha muammolarni hal etish talab etiladi. Nikeldagi vodorodning o'ta kuchlanishi kam, shuning uchun nikel olish uchun kislotali elektrolitlardan foydalanish ta'qiqlanadi. Neytral va ishqoriy elektrolitlarda nikel gidroksid cho'kmasi hosil bo'ladi. Shuning uchun katod atrofida katolit pH4,5-5,5 oralig'ida ushlab turilishi kerak, katodli faza esa nisbatan pH qiymati 3 ga teng bo'lgan kislotali eritma bilan ta'minlanishi kerak. Katod atrofidagi qatlamda kerakli kislotalilikni ushlab turish uchun elektrolit tarkibida buferli qo'shimcha bo'lishi kerak. Bunday qo'shimcha sifatida borat kislotadan foydalaniladi.

Temperatura, katodli tok zichligi nikel tuzining elektrolit tarkibidagi miqdorining ortishi bilan, vodorodning ajralib chiqish tezligi birmuncha pasayadi va tok bo'yicha yuqori chiqishlar (90%)ga erishish uchun sharoit yaratiladi. Elektrolit tarkibida misning bo'lishi va uning qora nikelning anodli erishi natijasida eritmaga o'tishi nikelning katodda ajralib chiqishiga yo'l qo'ymaydi. Bunday holatdan chiqishni Xibinet taklif etdi. Uning taklifiga ko'ra, katod zich diafragmali mato bilan o'ralgan maxsus yacheykaga joylashtiriladi, bu yacheykaga aralashmalardan tozalangan elektrolit uzluksiz berib turiladi. Katodli yacheykada anolit sathiga nisbatan yuqoriroq bo'lgan katolit ma'lum tezlik bilan diafragma orqali filtrlanib, mis ionlarining katolitga tushishiga yo'l qo'ymaydi. Anolitda elektrolit nikel bilan boyitiladi va uning aralashma bilan ifloslangan qismi vannadan oqizib chiqarilib, tozalash uchun yuboriladi va so'ngra qaytadan elektrolizga yuboriladi. Elektroliz uchun foydalanilgan elektrolit tarkibida 145-

200 g/l nikel sulfat, 40-80 g/l natriy sulfat, 60-100 g/l natriy xlorid va 15 g/l gacha borat kislotasi bo‘ladi. Jarayon ma’lum sharoitlarda olib boriladi va quyidagi ko‘rsatkichlar bilan xarakterlanadi: katodli tok zichligi $170-250 \text{ a/m}^2$, vannadagi o‘rtacha kuchlanish (tok zichligi va diafragma materialiga bog‘liq ravishda) kuchlanish 1,8-3,5 v, elektrolit temperaturasi $60-70^\circ\text{C}$ ni nifshkil etadi. Anodlarning erish davomiyligi 24-30 *sutka*, katodlarning ortib borish vaqti 8-10 *sutkani*, elektrolitning o‘rtacha sirkulyatsiyalanish tezligi 68 ml/a-soatga, nikelning tok bo‘yicha katodli chiqishi 95-98%ni, anodli tok bo‘yicha chiqish katodli chiqishga yaqin, elektr energiya sarfi 1800-3500 *kvt-soat/t* ni tashkil etadi.

Elektroliz jarayonida olingan shlam tarkibida 30-35% nikel, 20-25% mis, 1-2% temir, 0,4-0,6% kobalt, 30-60% oltingugurt bo‘ladi. Shlam tarkibida bundan tashqari selen va platinoidlar ham uchraydi. Ularning shlamlar tarkibidagi miqdori turli korxonalarda 0,1 dan 2% gacha bo‘lishi mumkin. Shlamlar qayta ishlashga beriladi. Bunda uning tarkibidan yuqoridagi elementlar ajratib olinadi. Odatda nikel temir betonli elektrolizyordlarda (6.1-rasm) rafinatsiyalanadi. Bunda elektrolizyordlar kislotaga bardoshli materiallar bilan futerovka qilingan bo‘lib, ularning eni 1000 *mm*, chuqurligi 1300-1400 *mm*, uzunligi 8340 *mm* bo‘lib, unda 40 ta katod va 41 ta anod o‘rnatiladi. Nikelli materialdan tayyorlangan materiallar ishchi ramaga joylashtirilib, unga brezentdan, kapronli toladan yoki xlorvinilli matodan tayyorlangan diafragma tortib qo‘yiladi.



6.1- rasm. Nikelni elektrolitik rafinlash uchun elektrolizyor.

1-katodli diafragma; 2-katod; 3-anod; 4-anodli shina; 5-oraliq shina; 6-katodli shina; 7-izolyatsiyalovchi prokladkalar; 8-anodli shtanga; 9-katodli shtanga; 10-katodlarga elektrolitni uzatish; 11-korpus; 12-quyish cho‘ntagi

MA'RUZA № 7

MAVZU: QIMMATBAHO METALLARNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

1. Qimmatbaho metallar elektrometallurgiyasi
2. Kumushning sanoat va zargarlikdagi ahamiyati.
3. Elektrolitik rafinlashning nazariy asoslari.
4. Kumush va oltin ishlab chiqarish texnologik rejim ko'rsatkichlari.
5. Elektrolitik usulning boshqa usullardan ustun jihatlari.
6. Elektrolitik vannalar va uskuna.

Tayanch atama va iboralar: rafinlash, elektrolit, ionlar, elektroliz, affinaj, cho'ktirish, siqish, ekstraktsiya, adsorbsiya, elektrolizyor.

Qimmatbaho metallar elektrometallurgiyasi

Qimmatbaho metallar – oltin va kumush metallar ichida alohida xususiyatlarga ega bo'lib, narx ekvivalenti sifatida baholanib keladi. Hozirgi vaqtda kumush katalizator, tok manbalarida, radio va elektron texnikada, elektrometallurgiyada elektrod sifatida ishlatib kelinmoqda. Oltin esa aniq priborsozlikda, radio elektronika va himoyalovchi dekorativ qoplamalar sifatida ishlatiladi.

Tabiatda oltin asosan sof holda uchraydi. Kumush esa kimyoviy birikmalar minerallar (sulfid, xlorid) holida uchraydi.

Oltin birinchi navbatda oltin konlaridan olinadi, ikkinchidan rangli metallar mis, qo'rg'oshin va rux metallari bilan birga olinadi.

Kumush ham mis, qo'rg'oshin, rux ishlab chiqarishda shamlardan va qo'rg'oshin ishlab chiqarishda rux ko'piklaridan olinadi.

Oltin va kumush (yombi) asosan bu metallarni elektrolitik ajratib, mis

elektrolitik rafinlashda chiqadigan aralashmalardan olinadi.

Oltin va kumush elektrolizdan oldin olovli rafinasiya qilinadi, chunki bir qancha aralashmalar ajralib ketadi.

Bu oldindan eritib tozalash **affinaj** deb ataladi. Bu oldindan tozalangan suyuqlik anodga qo'yilib elektrolizga yuboriladi. Tarkibida oltin va kumushni miqdoriga qarab yo oltin yo kumush ajratiladi.

Agar kumush anoddagi oltin probasi 300 dan oshib ketmasa kumush elektroliz qilinadi (1000 proba 100%).

Agar oltin anoddagi kumush miqdori 200 probadan kam bo'lsa, oltin elektroliz qilinadi. Amalda ikkinchi metall miqdori har doim past bo'lishga intiladi.

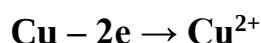
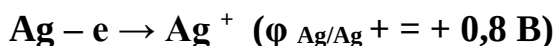
Qaysi rudadan nima olinishi ruda tarkibi miqdoriy analiz qilinib, so'ngra xulosaga kelinadi.

Kumushni elektrolitik rafinlash

Kumushni elektrolitik rafinlash uchun asosan kumush nitrat tuzi eritmasidan foydalaniladi. **AgNO₃** ning elektr o'tkazuvchanligi past bo'lgani uchun reaksiya vaqtida eritmaga oz miqdorda nitrat kislota qo'shiladi.

Rafinlashda ishlatiladigan metall anod o'zida kumush, oltin, mis, platina, selen, tellur, vismut qo'rg'oshin va boshqa metallar tutadi. Platina, oltin, palladiy metallari kumushdan ko'ra elektro musbat bo'lgani uchun rafinasiya vaqtida shlamga o'tib ketadi.

Eritmada esa kumushga nisbatan elektromanfiy mis, temir, rux, kadmiy nikel' qoladi. Bulardan rux, kadmiy, nikel, temir ko'p miqdorda uchramaydi, mis ko'proq miqdorda bo'ladi. SHunday qilib anodda erish reaksiyasi ketadi:



Cur'ma, vismut va qalay kumushga nisbatan ko'proq elektromanfiy bo'lgani uchun bular ham anodda eriydi, eritmaga o'tadi va gidrolizlanib (Sb u Bi) Me (OH)₃ tipidagi gidroksid hosil qiladi. Bu moddalar oltin, selen, tellur va platina guruhi metallari bilan shlamga o'tib ketadi.

Anodda ozroq qutblanish ruy berishidan palladiy ($\varphi_{\text{Ag/Ag}^{++}} = + 0,99 \text{ B}$) va platina ($\varphi_{\text{Pt/Pt}^{++}} = 1,19 \text{ B}$) erishi mumkin. Agar anodda bu metallarni miqdori ko'proq bo'lsa tok zichligini ozroq kamaytirish kerak.

Katoddagi asosiy elektrokimyoviy reaksiya – kumushning zaryadlanish reaksiyasidir: $\text{Ag}^{+} + 2\text{e} \rightarrow \text{Ag}$.

Elektrolitda oz miqdorda mis bo'lsa ham kumushga nisbatan elektromanfiy bo'lgani uchun katodda ajralib chiqmaydi.

Elektroliz vaqtida katod atrofida kumush ionlari kamayib borishi bilan konsentrasion qutblanish ro'y beradi va kumush bilan mis ajralib chiqishi mumkin. SHuning uchun eritmada mis miqdori 60 g/l oshmasligi kerak.

Ko'rib o'tilgan jarayonlardan tashqari katodda NO_3^{-} ionlari ham qaytariladi:



Bu reaksiyalarning sodir bo'lishi katodda tok chiqishi pasaytiriladi, sex atmosferasida azot oksidlari miqdori ko'payib, eritmada nitrat kislota miqdori ozayadi. Anodda kumush va mis eriydi, katodda esa faqat kumush ajralib chiqadi, elektrolit doimo mis bilan boyib boradi, kumush konsentrasiyasi kamayadi. Katoddagi qutblanishni pasaytirish uchun elektrolitda kumush miqdori 6-10 g/l dan kam bo'lmasligi kerak.

Odatda vertikal elektrodli elektrolizyorda kumush miqdori 15 dan 25 g/l gacha bo'ladi, bu vaqtda elektrolitdagi nitrat kislota miqdori 10 g/l dan oshmasligi kerak. Mana shunday tarkib va holatda katodda kumush yirik kristalli g'ovak cho'kma holatda, elektroddan oson ajraladigan dendrit holida hosil bo'ladi. Bu jarayon eritma ifloslanib begona qo'shimchalar ko'payib ketguncha yangi elektrolit quyib turiladi, keyin elektrolit yangilanadi. Kumushni elektroliz qilishda ikki xil elektrolizyor qo'llaniladi: vertikal va gorizontal elektrodli elektrolizyorlardir. Birinchi tur elektrolizyorlar viniplast, keramik yoki ebonit to'g'ri burchakli formal bo'lib, yog'och yoki temir karkasga mahkamlangan (7.1 rasm).

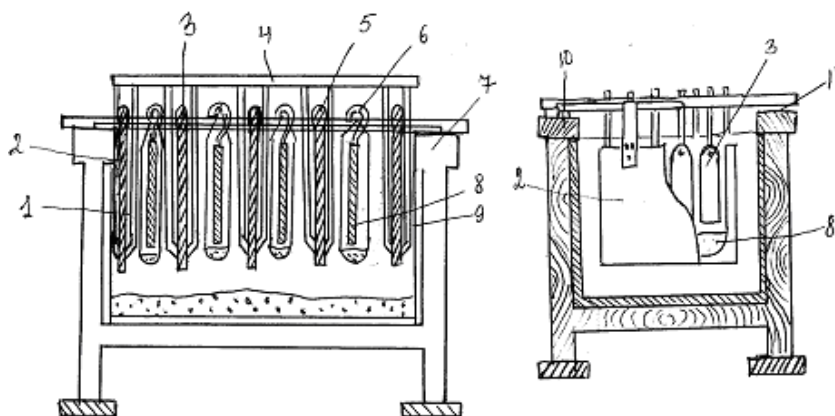
Anod shtangasiga bir qatorga 1 tadan 3 tagacha anod mahkamlanadi. Katod bitta bo'lib butun elektrolizyor eniga mahkamlangan. Anodga vinil xloriddan bo'lgan qopchiqcha kiydirilgan, anod erishi davomida ajralib chiqqan shlam qopchiqcha ichida qoladi. Katod metali shlam bilan ifloslanmaydi. Elektrolizyorga katoddagi metalni yig'ish uchun teshikli yog'och yoki ebonit yashik qo'yilgan. Katodni asosi yupqa alyuminiy list, kumush yoki zanglamaydigan po'latdan yasaladi.

Katoddagi kumush kristallarini yig'ish uchun maxsus cho'tka qo'yilgan, bu bir vaqtda meshalka rolini o'taydi.

Elektrodlar parallel sxemada ulanadi, anodlar 4 qator bo'lib, katoddan bitta ko'p. Elektrolizyor 1000 x 600 x 500 mm o'lchamda yasaladi. Katod o'lchami 400 x 500 mm, anodlar 250 x 150 x 15 mm, elektrodlar o'rtasidagi masofa 50 x 60 mm bir xil zaryadli elektrodlar 200 mm li o'qqa joylashtirilgan.

Elektrolizyordagi kuchlanish 0,7-2,5 V teng. Tok zichligi 200-300 A/m². O'ta toza anodda (950 probali **Ag**) tok zichligi 400-500 A/m², past probali anodda 180-200 A/m² tushurish mumkin. Katoddagi tokka nisbatan reaksiya unumi 95-97% bo'lishi mumkin. 1 kg kumush uchun energiya sarfi 0,3-0,6 kvт-soat bo'ladi.

Elektrolitning harorati tok chiqishi hisobiga 40-50°C etadi.



7.1–rasm. Kumushni rafinlash uchun ishlatiladigan vertikal anodli elektrolizyor.

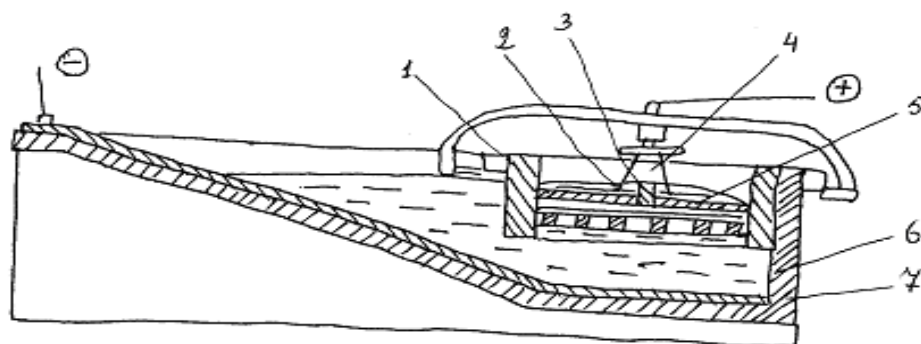
1 -cho'tka; 2 -katod; 3 -anod; 4 -cho'tka mahkamlanadigan rama; 5 - katodli shtanga; 6 -anodli shtanga; 7 -yog'och korpus; 8 -anod qopchiqcha; 9 - ebonit idish; 10 –katodli shina; 11 –anodli shina.

Anodni erishi 2-3 kun davom etadi. Bundan keyin hamma elektrodlar ko'tarib olinadi. Katoddagi cho'kma eritmadan olinib issiq suvda tozalab yuviladi. Yuvilgan kumush quritilib qaytadan eritishga yuboriladi. Katoddagi kumushning tozaligi 99,95% ga etadi.

Gorizontal elektrodli elektrolizyorlar to'g'ri burchakli idish bo'lib kislotaga chidamli keramik yoki plastmassadan yasaladi. Katod sifatida grafit plastinka ishlatiladi va tubiga joylashtiriladi.

Anodlar esa teshikchali yashikka joylashtirilib, elektrolizyorning yuqori qismiga mahkamlanadi va yashikni tagida filtr material bilan ajratiladi. Yuqoridan anod tok beruvchi plastinkaga mahkamlanadi. Katoddagi kumush kristall holida grafit katodda yig'iladi va elektrolizyorning egilgan joyidan maxsus kurakcha yordamida davriy ravishda olib turiladi.

Bu jarayonda bir yo'la eritma aralashib turadi. Bu erda vertikal elektrodli elektrolizyorga qaraganda eritma konsentratsiyasi yuqoriroq bo'ladi (30-50 g/l kumush). Elektrolizyor o'lchami 1220x660x250 mm. Yashik tubidagi joylashgan anod va katod orasidagi masofa 100 mm atrofida



7.2–rasm: Kumushni rafinlash uchun ishlatiladigan gorizontal anodli elektrolizyor.

1 -tubi teshik anodli yashik; 2 –anod; 3 -anodga tok beruvchi plastinka; 4 – qisqich; 5 –matoli filtr; 6 –grafit plastinka – katod; 7 –keramik korpus.

Gorizontal elektrodli elektrolizyorni qulayligi anoddagi qisqichlarni miqdori ozligidir. Konstruksiyasi oddiy, ishlashi qulay va arzon.

Elektrodlar orasidagi masofa katta, anoddagi tugallanmagan kontakt va shlam qarshiligi sababli elektrolizyorni kuchlanishi 3,2-3,8 V gacha etadi.

Sirkulyasiyani kuchsizligi NO_3^- ionlarini intensiv qaytarilish reaksiyasiga olib keladi, tokka nisbatan katod unumi 87-93% bo'lib nitrat kislota sarfi oshadi. Katoddagi kuchlanishni oshishi va tokka nisbatan katoddagi unum pastligi elektr energiyani ko'p sarfiga olib keladi va u 1 kg kumush uchun 1,0-1,2 kVt·S ga etadi.

Bu elektrolizyorlar ko'p joy egallaydi. Anoddagi tok zichligi va katoddagi bir-biridan fark qiladi.

Katodda 200–250A/m², anodda 400–500A/m². Odatda bunday elektrolizyorlar vertikal anodli elektrolizyorlardan chiqqan skraplarni elektroliz qilish uchun ishlatiladi.

Oltinni elektrolitik rafinlash

Oltinni rafinlash uchun faqat oltin xlorid eritmasidan foydalaniladi, sianidli eritmalar elektrolizlanganda oltin bilan birga mis va kumush ham cho'kmaga tushadi.

Oltin xloridi toza suvda eriydi, ayrim hollarda kompleks birikma $\text{H}_2\text{AuCl}_3\text{O}$ hosil qiladi.

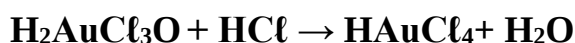


Eritma kislotali muhitga ega. Elektroliz vaqtida oltin anodda AuClO_2^{2-} zaryadsizlanib kislorod chiqa boshlaydi. Bu jarayon anodni passivlashishiga olib keladi. Natijada oltinni eritmaga o'tishi qiyinlashadi, **elektrod potentsiali** kislorodni va xlorni chiqish potentsialiga yaqinlashib boradi (xlorni ajralib chiqish potentsiali + 1,7 V ga teng). Shuning uchun anodda xlor va kislorod ajrala boshlaydi.

Agar AuCl_3 xlorid kislota qo'shsak, HAuCl_4 kislota hosil bo'ladi.



Bu bilan bir vaqtda, $\text{H}_2\text{AuCl}_3\text{ONCl}$ bilan reaksiyaga kirishib,



hosil qiladi. Kislota konsentrasiyasi qancha katta bo'lsa bu reaksiya o'ng tomonga qarab siljiydi.

$\text{AuCl}_3\text{O}^{2-}$ ionlari miqdori kamaysa anodni passivlanishi kamayadi.

Anodni erish jarayoni uch omilga: tok zichligi, xlorid kislota konsentrasiyasiga va haroratga bog'liq.

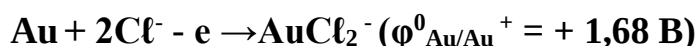
Eritmadagi oltin xlorid kislotasi quyidagicha dissosiyalanadi:



Anodda oltinning erishi quyidagi ionlarni hosil qiladi.



Bundan tashqari oltin eritmadagi ionlar bilan AuCl_2^- :



AuCl_2^- ioni HAuCl_2 kislota ioni bo'lib, HAuCl_4 ga nisbatan beqaror. Bu kislotalar o'rtasida muvozanat yuzaga keladi.



Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi Cu^{2+} va Cu^+ ionlarining muvozanat konstantasidan kichik, AuCl_2^- ionlari konsentrasiyasi eritmada ko'proq. Katodda ham anodda ham Au^+ ioni bilan reaksiya yaxshi ketadi, elektrodda polyarizasiya kuchsiz bo'lsa reaksiya tezligi oshadi. Anodda erish kuchli lekin katodda cho'kma oz tushadi.

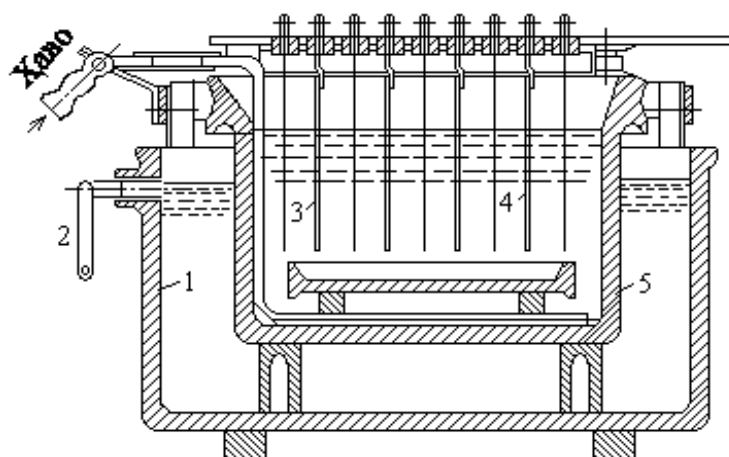
Anodda oltin eriganda qo'shimcha aralashmalar mis, qo'rg'oshin, nikel', platinalar ham eriydi va eritmaga o'tadi, radiy, ruteniy, osmiy va iridiylar shlamga o'tadi. Kumush o'sha zahoti eritmadagi Cl^- ionlari bilan cho'kmaga tushadi va shlamga aylanadi, agar oltin tarkibida kumush 3-4% dan oshiq bo'lsa, anodda qattiq plyonka hosil bo'ladi. Bu anodni tuzli passivlanishiga olib keladi, erishiga teskari ta'sir qiladi. Shuning uchun AgCl cho'kmasini tez-tez anoddan olib turish kerak. Ko'pgina metallarga qaraganda oltin elektromusbat bo'lgani bilan, katodda aralashmalar bo'ladi. Oltin bilan birga platina va palladiy ham cho'kmaga tushadi. Shuning uchun eritmada Pt 50-60 g/l va Pd 15 g/l oshmasligi kerak.

Elektrolit eng ko'p cho'kmaga tushadigan element misdir, misning konsentrasiyasi 100 g/l oshishi mumkin emas. Bulardan ham xavflisi qo'rg'oshindir, qo'rg'oshinni xavfini yo'q qilish eritmaga sulfat kislota solinadi.

Oltinning elektrolizi 100-200 g/l oltin va 60-70 g/l HCl bo'lgan eritmalarda

olib boriladi. Agar eritmada qo'shimchalarning miqdori ko'payib ketsa elektrolit qaytadan tozalanadi. Eritmaning harorati 50-70°C bo'ladi. Yangi elektrolit elektrolizyorga 45°C da qo'yiladi, keyin maxsus isitgichlarda isitib turiladi.

Oltin elektroliz qilinadigan elektrolizyor 20-25 l hajmli to'rtburchak idishda olib boriladi. Bu idish boshqa kattaroq ichiga kislotaga chidamli emallangan temir idish ichiga o'rnatiladi. Tashqi idish termostat rolini o'ynaydi. Unga suv solinib isitkichlar orqali isitiladi. Anodlar 3 yoki 4 qator qilib shtangaga mahkamlanadi (7.2-rasm).



7.2 - rasm. Oltinni rafinlash elektrolizyori.

1 –termostat; 2 -suvni qizdirish uchun shtuser; 3 –katod; 4 –anod; 5 –farfor elektrolizyor.

Elektrolit meshalka yoki havo bilan aralashtiriladi. Anod uzunligi 100x60, 200x80 yoki 260x160 mm; yo'g'onligi 5-8 mm qilib yasaladi, og'irligi 0,5-6 kg bo'lishi mumkin. Katod asosning qalinligi 0,15 - 0,25 mm. Elektrodlar orasidagi masofa 30 mm atrofida bo'ladi. Doimiy tok zichligi 100-3000 A/m². Kuchlanish 0,6-0,8 V. Energiyasi sarfi esa 1 kg oltin uchun 0,3-0,35 kVt soat.

Oltin katodda qattiq cho'kma holida yig'iladi. Katod xlorid kislota bilan yuvilib eritishga yuboriladi, katoddagi oltinning tarkibi 999,9 probali chiqadi.

AuCl₃ elektroliz qilish uchun maxsus chinnidan yasalgan elektrolizyor ishlatiladi, unga xalqasimon g'ovak diafragma o'rnatiladi. Diafragmani bir tomoniga rafinadlanadigan oltin osiladi, ikkinchi tomoniga katod o'rnatiladi.

MA'RUZA № 9

MAVZU: KOBALT VA TEMIRNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRISH

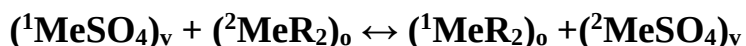
Reja:

1. Kobaltning sanoatdagi ahamiyati (akkumulyatorlar, qotishmalar, katalizatorlar, magnit materiallar).
2. Jahon nazariyasi. Elektroliz ko'rsatkichlari.
3. Temir va uning birikmalarining sanoatdagi ahamiyati.
4. Suvli eritmalaridan Fe cho'kishining nazariy asoslari
5. Elektrolitlar eritmalarini tayyorlash (FeSO_4 , FeCl_3)
6. Elektrolitik jarayonlar va uskunalar.

Tayanch atama va iboralar: kislotali radikali, diafragmasiz sharoit, elektrod potentsiali, elektrolit, elektrolizyor.

Kobaltning sanoatdagi ahamiyati

Toza kobalt tarkibidagi nafaqat elektromusbat metallar (mis, qo'rg'oshin va boshqalar), balki nikel va temir kabi aralashmalardan, yo'qotilgandan keyin olingan toza eritmalaridan elektroliz yo'li bilan olinishi mumkin. Aralashmalardan kobaltli eritmalarini tozalash murakkab va ko'p mehnat qiladigan jarayon hisoblanadi. Keyingi vaqtlarda kobaltli elektrolitni elektrolit tarkibidagi aralashmalarni ekstraktsiyalash natijasida hosil qilingan yog'li kislotalar bilan tozalash usuli taklif etilmoqda. Buning uchun eritmaga yog'li kislotalar (kobaltli sovun) bilan ishlov beriladi. Bu usul turli fazalarda metall ionlari orasidagi almashinish reaksiyalariga asoslangan bo'lib, organik faza yog'li kislotalarning tuzlari va suvli faza mineral kislotalarning tuzlari ko'rinishida uchraydi:



Bundan R-yog' kislotasining kislotali radikali. Yog'li kislotalar bilan ekstraktsiyalash barcha keraksiz aralashmalardan tozalangan kobaltli elektrolit olish imkonini beradi. Kobaltni tarkibida 15-30 g/l kobalt bo'lgan CoSO_4 dan 180-500 a/m² katodli tok zichligi va 50-60°C temperatura va pH=6,0-6,3 li sharoitda ajratib olinadi. Tok bo'yicha chiqish 80% ni tashkil etadi. Anod sifatida

qo'rg'oshinning surma bilan qotishmasi (6:1)dan foydalaniladi. Elektroliz diafragmasiz sharoitda olib boriladi. Vannada kerakli pH qiymatini ushlab turish uchun kobalt (III) gidroksidi qo'shiladi.

Elektrolizning boshqa variantida grafitli anod va titan katodli matritsalaridan foydalanilib, diafragmali elektrolizyordlarda elektroliz jarayoni olib boriladi. Bunda kobalt (III) gidroksidi qo'shish talab etilmaydi. Bu usulda $300-350 \text{ a/m}^2$ katodli tok zichligi, 60°C temperatura va vannadagi kuchlanish 3 v bo'lganda, elektr energiya sarfi $4000 \text{ kv}\cdot\text{soat/t}$ da tozalik darajasi 99,99 % li kobalt olish mumkin.

Temir va uning birikmalarining sanoatdagi ahamiyati.

Temirning fizik xususiyatlari - kulrang tusli, metall yorqinligiga ega bo'lgan egiluvchan kumush-oq metallidir. O'zining plastikligi tufayli u zarb va prokatga juda mos keladi. Temir suvda erimaydi, lekin simobda suyultiriladi, 1539°C da eriydi va 2862°C da qaynaydi, zichligi $7,9 \text{ g/sm}^3$. Temirning fizik xususiyatlarining o'ziga xos xususiyati shundaki, metall magnit tomonidan tortiladi va tashqi ta'siri bekor qilingandan keyin. Ushbu xususiyatlardan foydalanib, magnitlarni tayyorlash uchun ishlatilishi mumkin.

Kimyoviy xossalari

Temir quyidagi xususiyatlarga ega:

- havoda va suvda u oson oksidlanadi, zanglaydi;
- kislorodda qizdirilgan sim yonadi (bu holda shkala temir oksidi shaklida hosil bo'ladi);
- $700-900^\circ\text{C}$ haroratda suv bug'lari bilan reaksiyaga kirishadi;
- qizdirilganda metall bo'lmaganlar (xlor, oltingugurt, brom) bilan reaksiyaga kirishadi;
- suyultirilgan kislotalar bilan reaksiyaga kirishadi, natijada temir tuzlari va vodorod hosil bo'ladi;
- ishqorlarda erimaydi;
- u metallarni tuzlari eritmalaridan siqib chiqarishga qodir (temir mix, mis sulfat eritmasida qizil gul bilan qoplangan - bu mis);

- konsentrlangan ishqorlarda qaynatilganda temirning amfoterligi namoyon bo'ladi.

Xususiyat xususiyati

Temirning fizik xossalardan biri ferromagnetizmdir. Amalda, bu materialning magnit xususiyatlari tez-tez uchray turadi. Bu shunday noyob xususiyatga ega bo'lgan yagona metallidir.

Zaxiralar va ishlab chiqarish

Erdagi eng keng tarqalgan elementlardan biri temirdir. Yer qobig'idagi tarkibi bo'yicha u to'rtinchi o'rinni egallaydi. Uni o'z ichiga olgan ko'plab rudalar ma'lum, masalan, magnit va jigarrang temir rudalari. Sanoatda metall asosan gematit va magnetit rudalaridan yuqori o'choq usulida olinadi. Birinchidan, u 2000 daraja Selsiy bo'yicha yuqori haroratda o'choqda uglerod bilan kamayadi.

Buning uchun yuqoridan yuqoridan temir rudasi, koks va fluxlar yuqoridan yuqori o'choqqa beriladi, pastdan esa issiq havo oqimi yuboriladi. Temir olishning bevosita jarayoni ham qo'llaniladi. Ezilgan ruda maxsus loy bilan aralashtirib, granulalar hosil qiladi. Keyin ular ishdan chiqariladi va milya pechida vodorod bilan ishlov beriladi, u erda u osongina tiklanadi. Qattiq temir olinadi, keyin esa elektr pechlarida eritiladi. Sof metall oksidlardan tuzlarning suvli eritmalarini elektroliz qilish orqali olinadi.

Temirning foydalari

Temir moddasining asosiy jismoniy xususiyatlari unga va uning qotishmalariga boshqa metallarga nisbatan quyidagi afzalliklarni beradi:

kamchiliklari

- Mahsulotlar korroziyaga uchraydi. Ushbu kiruvchi ta'sirni bartaraf etish uchun zanglamaydigan po'latlar qotishma yo'li bilan olinadi va boshqa hollarda ular maxsus hosil qiladi. Temir statik elektrni to'playdi, shuning uchun uni o'z ichiga olgan mahsulotlar elektrokimyoviy korroziyaga uchraydi va qo'shimcha ishlov berishni talab qiladi.

- Metallning solishtirma og'irligi $7,13 \text{ g/sm}^3$. Temirning bu jismoniy xususiyati tuzilmalar va qismlarga og'irlikni oshiradi.

Tarkibi va tuzilishi

Kristalli xususiyatga ko'ra, temir tuzilish va panjara parametrlarida farq qiluvchi to'rtta modifikatsiyaga ega. Qotishmalarni eritish uchun fazali o'tishlar va qotishma qo'shimchalarning mavjudligi muhim ahamiyatga ega. Quyidagi davlatlar mavjud:

Temir dunyodagi eng ko'p terilgan metallidir. Barcha metallurgiya ishlab chiqarishining 90 foizdan ortig'i uning hissasiga to'g'ri keladi.

Ilova

Odamlar birinchi bo'lib oltindan ham qimmatroq bo'lgan meteorit temirdan foydalanishni boshladilar. O'shandan beri bu metallning ko'lami faqat kengaydi. Quyida temirning jismoniy xususiyatlariga ko'ra qo'llanilishi keltirilgan:

- ferromagnit oksidlar magnit materiallarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi: sanoat inshootlari, muzlatgichlar, suvenirilar;
- temir oksidlari mineral bo'yoqlar sifatida ishlatiladi;
- temir xlorid havaskor radio amaliyotida ajralmas hisoblanadi;
- temir sulfatlar to'qimachilik sanoatida qo'llaniladi;
- magnit temir oksidi uzoq muddatli kompyuter xotira qurilmalarini ishlab chiqarish uchun muhim materiallardan biridir;
- o'ta nozik temir kukuni qora va oq lazerli printerlarda qo'llaniladi;
- metallning mustahkamligi qurol va zirh yasashga imkon beradi;
- aşınmaya bardoshli quyma temir tormoz, debriyaj diskleri va nasoslar uchun ehtiyot qismlar ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin;
- issiqlikka chidamli - portlash, termal, o'choq pechlari uchun;
- issiqlikka chidamli - kompressor uskunalari, dizel dvigatellari uchun;
- yuqori sifatli po'latdan gaz quvurlari, qozon korpuslari, quritgichlar, kir yuvish mashinalari va idishlarni yuvish mashinalari uchun ishlatiladi.

Xulosa

Temir deganda ko'pincha metallning o'zi emas, balki uning qotishmasi - past uglerodli elektr po'latdir. Sof temirni olish juda murakkab jarayon va shuning uchun u faqat magnit materiallar ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, g'ayrioddiy jismoniy xususiyat oddiy modda temir ferromagnetizm, ya'ni magnit

maydon mavjudligida magnitlanish qobiliyatidir.

Sof metallning magnit xususiyatlari texnik po'latdan 200 baravar yuqori. Bu xususiyatga metallning don hajmi ham ta'sir qiladi. Don qanchalik katta bo'lsa, magnit xususiyatlari shunchalik yuqori bo'ladi. Ishlov berish ham ma'lum ta'sir ko'rsatadi. Ushbu talablarni qondiradigan bunday sof temir magnit materiallarni olish uchun ishlatiladi.

Temir er qobig'ining 5% dan ortig'ini tashkil qiladi. Gematit va magnetit kabi rudalar asosan temir qazib olish uchun ishlatiladi. Bu rudalarda 20% dan 70% gacha temir mavjud. Bu rudalardagi eng muhim temir aralashmalari qum va alumina (alyuminiy oksidi) hisoblanadi.

Temir ishlab chiqarish

Temir rudasidan temir olish ikki bosqichda amalga oshiriladi. Bu rudani tayyorlashdan boshlanadi - maydalash va isitish. Ruda diametri 10 sm dan oshmaydigan bo'laklarga bo'linadi. So'ngra maydalangan ruda suv va uchuvchi aralashmalarni olib tashlash uchun kaltsiylanadi.

Ikkinchi bosqichda temir javhari yuqori o'choqda uglerod oksidi yordamida temirga qaytariladi (14.12-rasm). Qayta tiklash 700°C gacha bo'lgan haroratlarda amalga oshiriladi:

Temir hosildorligini oshirish uchun bu jarayon ortiqcha karbonat angidrid sharoitida amalga oshiriladi.

Uglerod oksidi CO yuqori pechda koks va havodan hosil bo'ladi. Avval havo taxminan 600°C ga qadar isitiladi va o'choqqa o'tishga majburlanadi maxsus quvur-nayza. Koks issiqda yonadi siqilgan havo, karbonat angidrid hosil qiladi. Bu reaksiya ekzotermik bo'lib, haroratning 1700°C dan oshishiga olib keladi:

Karbonat angidrid pechda ko'tariladi va ko'proq koks bilan reaksiyaga kirishib, karbon monoksit hosil qiladi. Bu reaksiya endotermik:

Guruch. 14.12. Yuqori o'choq, 1 - temir rudasi, ohaktosh, koks, 2 - yuklash konusi (yuqori), 3 - yuqori gaz, 4 - o'choq devori, 5 - temir oksidini kamaytirish zonasi, 6 - shlak hosil qilish zonasi, 7 - koks yonish zonasi, 8 - tuyerlar orqali isitiladigan havoni quyish, 9 - eritilgan temir, 10 - eritilgan cüruf.

Rudani kamaytirish jarayonida hosil bo'lgan temir qum va alumina aralashmalari bilan ifloslangan (yuqoriga qarang). Ularni olib tashlash uchun o'choqqa ohaktosh qo'shiladi. Pechdagi haroratda ohaktosh kaltsiy oksidi va karbonat angidrid hosil bo'lishi bilan termal parchalanishga uchraydi:

Kaltsiy oksidi aralashmalar bilan birlashib, cüruf hosil qiladi. Shlak tarkibida kaltsiy silikat va kaltsiy aluminat mavjud:

Temir 1540°S da eriydi (14.2-jadvalga qarang). Eritilgan temir erigan cüruf bilan birga oqadi pastki qismi pechlar. Eritilgan shlak erigan temir yuzasida suzadi. Vaqti-vaqti bilan bu qatlamlarning har biri tegishli darajada o'choqdan chiqariladi.

Domna pechi kechayu kunduz, uzluksiz ishlaydi. Domna jarayoni uchun xom ashyo temir rudasi, koks va ohaktosh hisoblanadi. Ular doimo yuqoridan o'choqqa yuklanadi. Temir o'choqdan kuniga to'rt marta, ma'lum vaqt oralig'ida chiqariladi. Olovli oqimda taxminan 1500°S haroratda o'choqdan quyiladi. Domna pechlari har xil o'lcham va quvvatga ega (kuniga 1000-3000 tonna). AQShda yangi ishlab chiqilgan pechlar mavjud

to'rtta chiqish va eritilgan temirning uzluksiz chiqishi. Bunday pechlar kuniga 10 000 tonnagacha quvvatga ega.

Domna pechida eritilgan temir qum qoliplariga quyiladi. Bunday temirga quyma temir deyiladi. Cho'yandagi temir miqdori taxminan 95% ni tashkil qiladi. Quyma temir qattiq, ammo mo'rt modda bo'lib, erish nuqtasi taxminan 1200°S .

Cho'yan cho'yan, metallolom va po'lat aralashmasini koks bilan eritish orqali olinadi. Eritilgan temir qoliplarga quyiladi va sovutiladi.

Temir temir texnik temirning eng sof shakli hisoblanadi. U xom temirni eritish zavodida gematit va ohaktosh bilan qizdirish orqali olinadi. Bu temirning tozaligini taxminan 99,5% ga oshiradi. Uning erish nuqtasi 1400°C gacha ko'tariladi. Cho'zilgan temir katta quvvatga, egiluvchanlikka va egiluvchanlikka ega. Biroq, ko'pgina ilovalar uchun u yumshoq po'lat bilan almashtiriladi (pastga qarang).

Temir - to'rtinchi davrning sakkizinchi guruhining ikkilamchi kichik guruhining elementi atom raqami 26. Fe (lat. Ferrum) belgisi bilan belgilanadi. Er qobig'idagi eng keng tarqalgan metallardan biri (alyuminiydan keyin ikkinchi o'rin). O'rta faollikdagi

metall, qaytaruvchi vosita.

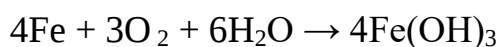
Asosiy oksidlanish darajalari - +2, +3

Oddiy temir moddasi yuqori kimyoviy reaktivlikka ega bo'lgan egiluvchan kumush-oq metallidir: temir havodagi yuqori haroratda yoki yuqori namlikda tezda korroziyaga uchraydi. Sof kislorodda temir yonadi, nozik dispers holatda esa havoda o'z-o'zidan yonadi.

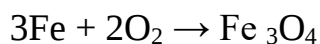
Oddiy moddaning kimyoviy xossalari - temir:

Kislorodda zanglash va yonish

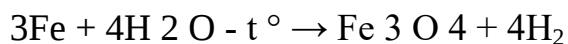
1) Havoda temir namlik (zang) borligida oson oksidlanadi:



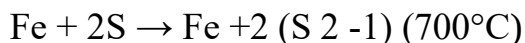
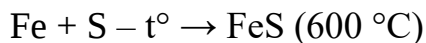
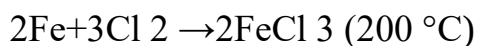
Qizdirilgan temir sim kislorodda yonib, shkala hosil qiladi - temir oksidi (II, III):



2) Yuqori haroratlarda (700–900°C) temir suv bug'i bilan reaksiyaga kirishadi:



3) Temir qizdirilganda metall bo'lmaganlar bilan reaksiyaga kirishadi:



4) Ketma-ket kuchlanishlarda u vodorodning chap tomonida joylashgan, suyultirilgan kislotalar HCl va H₂SO₄ bilan reaksiyaga kirishadi, shu bilan birga temir (II) tuzlari hosil bo'ladi va vodorod ajralib chiqadi:

MA'RUZA № 9

MAVZU: QALAYNI VA QO'RG'OSHINNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQUVISH.

Reja:

1. Qalay va qo'rg'oshinning ahamiyati va sanoatda qo'llanilishi.
2. Qalay xomashyosi (kassiterit, stannit, ikkilamchi chiqindilar).
3. Qalay va qo'rg'oshinni elektrolitik cho'ktirishning nazariy asoslari.
4. Elektrolitik jarayonlar: katod va anoddagi reaksiyalar.
5. Elektrolitik qalay va qo'rg'oshinni qo'llanilishi.

Tayanch atama va iboralar: qora qalay, elektrolitik rafinatsiyalash, elektrod potentsiali, elektrolit, elektrolizyor.

Qalayning ahamiyati va sanoatda qo'llanilishi.

Pirometallurgik usulda olingan qora qalay tarkibida 94 dan 99,5% gacha qalay bo'ladi. Olovli rafinlash yo'li bilan tozaligi 99,75-99,88% gacha bo'lgan qalay olish mumkin bo'lsada, lekin bu usulda rafinlash vismutdan tozalash imkonini bermaydi. Buning uchun faqat elektrolitik usulda 99,99% gacha toza qalay olish mumkin.

Qalayni elektrolitik olishning eng muhim afzalligi shundan iboratki, bunda qalayni oq qalay va konserva bankalari chiqindilaridan ajratib olish mumkin. Qora qalayni elektrolitik rafinatsiyalash uchun ham kislotali, ham ishqorli elektrolitlar taklif etilgan va sinab ko'rilgan. Ishqoriy elektrolitlardan sulfidli vannalarda (tarkibida 10% Na_2S va 0,6% sulfidli birikma ko'rinishidagi qalay) va tarkibida 125 g/l NaOH, 50 g/l $SnCl_2$, 75 g/l $Na_2S_2O_3$ bo'lgan elektrolitlardan foydalaniladi. Lekin ishqoriy vannalar yuqori temperatura (80-90°C)ni talab etadi va qalaydan qo'rg'oshin, vismut, mishyak va surmani ajratish imkonini bermaydi. Tarkibida kremniy vodorod ftorid kislotasi, ayniqsa fenolsulfonli $C_6H_4OHSO_3H$ yoki krezolsulfonli $CH_3C_6H_3OHSO_3H$ kislotalardan samarali foydalanib kelinmoqda. Sulfat kislota qo'shilgan (qo'rg'oshinni ajratish uchun) kremniy vodorod ftoridli elektrolitdan AQSHdagi korxonalardan birida foydalanildi. Bunday elektrolit tarkibida 20,1% H_2SiF_6 , 0,1% H_2SO_4 , 6% Sn va 0,15-1,3 kg/t qalay va 3,6-7,2 kg/t krezol kislotasi bo'ladi. Tok bo'yicha zichlik 120 A/m² teng. Bunday sharoitda

tozaligi 99,96 dan 99,98% gacha bo'lgan katodli qalay olindi. Elektrolitning kamchiligiga uning qimmatbaholigi hamda vannadan zaharli vodorod ftoridning ajralib chiqishiga olib keluvchi kam barqarorligi kiradi.

Qalayni sulfat va fenolsulfon yoki krezolsulfonli kislotalardan iborat elektrolitlarda rafinlashda yaxshi natijalar olindi. Elektrolitlarda sulfokislotalar sirt faol qo'shimcha rolini o'ynaydi va yetarli darajada zich va tekis katodli cho'kma olish imkonini beradi. Hozirgi vaqtda tarkibida 70-80 g/l H_2SO_4 , 40 g/l fenol yoki krezolsulfon kislotali va 30g/l $SnSO_4$ ko'rinishidagi qalay bo'lgan elektrolitlardan ko'proq foydalanilmoqda. Katodli tok zichligi 85-100 a/m^2 va elektrolit temperaturasi 35°C da tok bo'yicha chiqish 85-90% ni tashkil etadi. Bunda elektr energiya sarfi 270 *kvt-soat/t* ni, vannadagi kuchlanish 0,36 v ni tashkil etadi. Elektrolizyorlar yog'och yoki temirbetondan tayyorlanib, viniplast bilan qoplanadi. Vannaning uzunligi 3400 mm, eni 1050mm, chuqurligi 1050 mm ni tashkil etadi. Kesilgan chiqindilar va oq tunuka skraplaridan qalayni elektrolitik ajratish usuli ham keng tarqalgan. Bu usulda qirg'ilgan chiqindi va skraplar natriyning qalayli tuzining ishqorli eritmasida anodli qutblanishga uchratiladi. Bunda temir faolsizlanadi va erimaydi, qalay esa eritmaga o'tadi. Elektrolizyorga yuklashdan oldin oq tunuka skraplari yuviladi, yaxshilab yog'sizlantiriladi, paket ko'rinishida presslanadi va temir to'rli savatga yuklanadi. Savatlar vannaga osib qo'yiladi va ulardan anod sifatida foydalaniladi. Ularning orasiga temir katodlar joylashtiriladi. Elektroliz elektrolitning 70°C temperaturasida, 100 a/m^2 katodli zichlikda olib boriladi. Bunda tarkibida 100-120 g/l NaOH va 20 g/l Sn bo'lgan elektrolitdan foydalaniladi. Tok bo'yicha chiqish 90% ni tashkil etadi. Qalay katodlarda gubka ko'rinishida cho'ktiriladi. U ajratib olinadi, yuviladi, sentrifuga yoki filtrpresslarda siqiladi va qayta quyiladi. Elektroliz uchun temirli vannalardan foydalaniladi.

Qo'rg'oshinning ahamiyati va sanoatda qo'llanilishi.

Ma'danlardan qo'rg'oshin olishning asosiy usuli pirometallurgik usul hisoblanadi. Bunda olingan qora qo'rg'oshin tarkibida 95-98% Pb bo'ladi. Olovli rafinlash yordamida yetarli darajada toza metall olish mumkin. Lekin qora

qo'rg'oshin tarkibidagi vismut miqdori ko'p bo'lsa, uni olovli rafinlash birmuncha qiyinlashadi. Elektrolitik rafinlash tezroq qo'rg'oshinni yo'qotish va bundan tashqari o'ta toza qo'rg'oshin olish imkonini beradi. Qo'rg'oshin tarkibida 60-90 g/l qo'rg'oshin bo'lgan $PbSiF_6$, 80-150 g/l kremniy vodorod ftoridli kislota H_2SiF_6 , 0,1 g/l jelatindan iborat elektrolit ishtirokida rafinatsiyalanadi. Elektroliz temperaturasi 45°C gacha, tok zichligi 150 a/m², vannadagi kuchlanish 0,3-0,6 v, tok bo'yicha chiqish 96-97%, energiya sarfi 100-150 kvt·soat/t sharoitda olib boriladi. Bunday metal tarkibida 99,97-99,997% qo'rg'oshin bo'ladi.

Qo'rg'oshinni elektrolitik rafinlash uchun asfalt yoki viniplast bilan futerovkalangan temirbeton vannalardan foydalaniladi. Vannalarning uzunligi 2400 m, eni 700-1800mm, chuqurligi 1000-1200 mm ni tashkil etadi. Oxirgi yillarda tarkibida 45-50 g/l sulfamin kislota HSO_3NH_2 , 80-85g/l $Pb(SO_3NH_2)_2$ ko'rinishidagi qo'rg'oshin, 6-15g/l elim va 0,5-2 g/l β-naftolli elektrolitdan foydalanilmoqda. Shu elektrolitdan 100-250 a/m² tok zichligi va 30°C temperaturada tarkibida 99,99% qo'rg'oshin bo'lgan silliq katodli cho'kmalar olinadi.

Nazorat savollari

1. Qalayni fizik kimyoviy xossalari haqida ma'lumot bering.
2. Qalay qanday usullar bilan olinadi?
3. Qalayni rafinlashda elektrodlarda boradigan reaksiyalarni yozing.
4. Qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish jarayoni qanday bosqichlardan iborat?
5. Elektrolitik qo'rg'oshin olish jarayoniga ta'sir etuvchi texnologik omillar (tok zichligi, harorat, eritma konsentratsiyasi, qo'shimchalar)ni sanab bering va ularning ta'sirini tushuntiring.

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY ISHLOV BERISH

Reja:

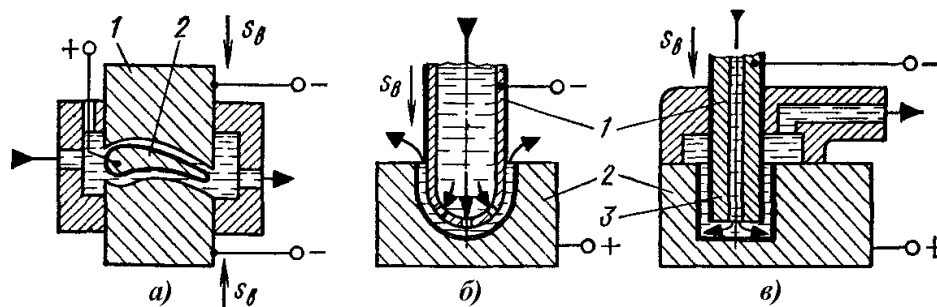
1. Sirtga anodli ishlov berish usullari.
2. Metallarning elektrokimyoviy oksidlash jarayonning mexanizmi.
3. Metalni elektrokimyoviy sayqallash.
4. Asosiy qonunlar va texnologik sharoitlar.

Tayanch atama va iboralar: qora qalay, elektrolitik rafinatsiyalash, elektrod potentsiali, elektrolit, elektrolizyor.

Elektrokimyoviy ishlov berish turlari

Elektrokimyoviy ishlov berish (EKIB) — bu materiallarni ishlov berishning maxsus usuli bo'lib, unda **elektr toki va kimyoviy eritmalar** yordamida metall yuzalar nazoratli ravishda yemiriladi yoki silliqiladi. Bu usul **yuqori aniqlik, yuzani silliq ishlov berish**, hamda **qattiq yoki qiyin ishlov beriladigan materiallarga** nisbatan samaradorlik bilan ajralib turadi.

Metallarni elektrokimyoviy ishlov berish (EKM) metallning anodli erishiga asoslanadi, bu jarayon elektr toki to'g'ridan-to'g'ri elektrod orqali elektrolitga o'tganda sodir bo'ladi va EIB paytida asbob 1 manfiy zaryadlangan katod, ishchi qism 2 musbat zaryadlangan anoddir (10.1-rasm).



10.1-rasm. Elektrokimyoviy o'lchovli ishlov berish sxemalari:

1 – elektrod; 2 - ishchi qismi; 3 - izolyator

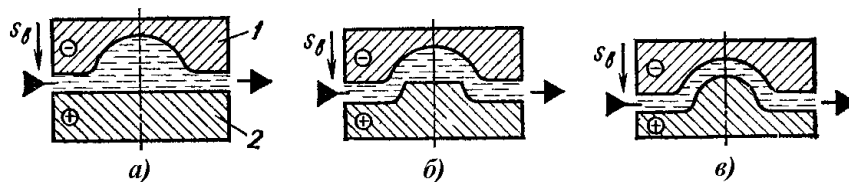
10.1-rasmda oqar elektrolitlar oqimida ishlov beriladigan qismlarni qayta ishlash sxemalari ko'rsatilgan: turbina pichog'i (a), shtamp (b) va silindrsimon teshikni (c) teshish sxemasi.

EIB usulining mohiyati

Tok manbaidan elektr tokining ta'siri ostida ishlov beriladigan metalning sirt qatlamining atomlari elektrolitning anionlari (manfiy zaryadlangan ionlar) bilan kimyoviy birikma hosil qilib eritmaga o'tadi va elektrolitlar oqimi bilan chiqariladi.

Tashqi elektr kuch ta'sirida atomlarni tashqi elektron qavatidagi kuchsiz bog'langan elektronlar tashqi elektr zanjiriga o'tib, bu atomlarning metall bilan bog'lanishini buzadi. Musbat ionli metall atomlari elektrolitning anionlari bilan birikib, elektrolitda eriydigan yoki ishlov beriladigan qismning yuzasida mexanik ravishda olib tashlanishi mumkin bo'lgan plyonka hosil qiladi.

Ishlov berilmaydigan buyum qismlari izolyatsiya qilinadi. Elektrolit sifatida odatda arzon va uzoq muddat xizmat qiladigan osh tuzi (NaCl)ning suvli eritmasi ishlatiladi. Shuningdek, natriy nitrat va sulfat, sulfat va fosfat kislotalarining suvli eritmaları ham qo'llaniladi. Elektrolit filtrlar orqali tozalanib, ko'p martalab foydalaniladi. Buyum elektrolitli vannaga botiriladi yoki elektrolit maxsus soplo orqali ishlov berish zonasiga uzatiladi.



10.2-rasm. Buyum sirtining ketma-ket (a, b, v) shakllanish sxemasi:

1 – elektrod-asbob; 2 – elektrod-buyum:

Elektrolit tarkibiga uning qovushqoqligini kamaytiruvchi (inert gazlar, havo), korroziya faolligini kamaytiruvchi va sirt-aktiv moddalari (buyum yuzasini va elektrolitni yaxshiroq tozalash uchun) qo‘shiladi.

An’anaviy ishlov berish usullari bilan solishtirganda EKI afzalliklari:

1. Elektrood-asbobning deyarli ishdan chiqmasligi (asosiy "asbob" elektrolit hisoblanadi);
2. Elektrood-asbobning oddiy harakati bilan murakkab shaklli yuzalarni hosil qilish imkoniyati;
3. Metallning fizik-mexanik xossalaridan qat’i nazar yuqori unumdorlik;
4. Ishlov berish zonasida issiqlik va kuch ta’sirining yo‘qligi;
5. Yuzaning silliqqligi va kam nuqsonli qatlam qalinligining kamayishi;
6. Avtomatlashtirish imkoniyatining yuqoriligi.

EKI kamchiliklari:

1. Jihozlarning qimmatligi va murakkabligi;
2. Elektrolit eritmasidan foydalanish zarurligi;
3. Jarayonning yuqori energiya talabchanligi.

EKI qo‘llanilish sohasi:

- Yuqori mustahkamlik va qovushoqlikka ega materiallar, mo‘rt yoki ishlov berilishi qiyin materiallar;
- Nozik, qattiqligi past detallar;
- Qirralarni yumshatish, teskarilarni olib tashlash;
- Kesuvchi asboblarning charxlash va pardozlash;
- Yuzasi silliq va kam nuqsonli qatlamga ega detallar olish;
- Detallarning dekorativ ishlovi.

Metallning elektrokimyoviy ishlov berish ko‘rsatkichi — elektrokimyoviy ekvivalent (k):

Ushbu ko‘rsatkich – elektrolitdan ma’lum miqdorda elektr toki o‘tganda eriydigan metall hajmini belgilaydi. Katta k qiymati – yaxshi ishlov berish darajasini bildiradi.

Ba’zi metallar uchun k qiymatlari ($\text{mm}^3/\text{A} \cdot \text{min}$):

- Temir – 2.2
- Nikel, kobalt – 2.05
- Xrom – 2.24

- Alyuminiy – 2.1
- Mis – 2.2
- Molibden – 1.95

Uglerod (C), kremniy (Si) va titan (Ti) ko‘p bo‘lgan qotishmalarga EKI bilan ishlov berish murakkab.

Ishlov berish unumdorligi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

- $G = k \cdot I \cdot \tau$
- $t_m = h / v_1$
- $v_1 = k_v \cdot i_a \cdot 10^{-2}$

Bu yerda:

- k – massaviy elektrokimyoviy ekvivalent, g/(A·soat)
- k_v – hajmiy elektrokimyoviy ekvivalent, mm³/(A·min)
- I – tok kuchi, A
- τ – ishlov berish vaqti, soat
- h – olib tashlanadigan qatlam qalinligi, mm
- v_1 – erish tezligi, mm/min
- i_a – anoddagi tok zichligi, A/sm²
- t_m – ishlov berish vaqti, min

Teoretik maksimal unumdorlik – 2000 mm³/min gacha yetishi mumkin.

Tok zichligini oshirish bilan unumdorlikni oshirish cheklangan, chunki yuqori zichlikda metallar tuzlari eritmada erishga ulgurmay, sirtida qattiq plyonka hosil qiladi, bu esa elektr qarshiligini oshiradi.

Tok zichligini oshirish quyidagilar orqali mumkin:

1. Elektrolit harakat tezligini oshirish – anod mahsulotlari tezroq olib ketiladi.
2. Elektrodlar orasidagi oraliqni kamaytirish – ammo bu ham cheklangan, chunki:
 - Elektrolit oqimi sekinlashadi, uzluksizligi buziladi;
 - Juda kichik oraliqlarda elektrodlar qisqa tutashib, yong‘in razryadlari yuzaga kelishi mumkin.

Asbob (katod) shakli – buyumning shakliga teskari bo‘ladi.

Tok zichligi kichik oraliqlarda yuqori bo‘lgani uchun, metall ko‘proq eriydi. Shuning uchun katod shakli EKI texnologiyasiga moslab tuzatiladi:

- Masalan, tekis sirt olish uchun – biroz qavariq asbob ishlatiladi (chetlarda metall ko‘proq eriydi).
- Silindrsimon teshiklar – konuslikni hisobga olib tuzatmalar kiritiladi.

Yaxshi natijaga erishish uchun elektrodlar orasidagi masofa 0,2–0,5 mm bo‘lishi kerak. Bu orqali katod profili anikka ko‘chiriladi – tok zichligi qayta taqsimlanishi hisobiga.

Tok zichligini oshirish uchun 5–30 V kuchlanish va 10 000 A va undan yuqori tok kuchiga ega manbalar ishlatiladi.

EKI usulidagi ishlov berish aniqligi – ± 20 mkm gacha.

Aniqlikka ta’sir qiluvchi omillar:

- Katod asbobning ishlab chiqarilish xatolari;
- Buyumni noto‘g‘ri o‘rnatish;
- Tok zichligining, harorat va elektrolit harakati tezligining o‘zgaruvchanligi;
- Elektrodning harakatidagi nomutanosiblik.

Nazorat savollari

1. **Elektrokimyoviy ishlov berish** deganda nimani tushunasiz va uning mexanik ishlov berish usullaridan farqi nimada?
2. **Anodli ishlov berish (anodli eritish)** jarayonining mohiyati va texnologik qo‘llanilish sohaslarini tushuntiring.
3. Metallarning elektrokimyoviy oksidlash jarayonining mexanizmi qanday kechadi?
4. **Metallni elektrokimyoviy sayqallash** jarayoni qanday amalga oshiriladi va u qanday natija beradi?
5. **Elektrokimyoviy ishlov berishda amal qiluvchi asosiy qonunlar** (Faradey qonunlari) va **asosiy texnologik sharoitlar** (tok zichligi, harorat, elektrolit tarkibi, vaqt) qanday ta’sir ko‘rsatadi?

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY QOPLAMA

Reja:

1. Galvanotexnika.
2. Elektrokimyoviy qoplama va qoplash usullarining umumiy ma'lumotlari.
3. Metall qoplamalarni hosil qilishda foydalaniladigan kimyoviy moddalar va materiallar.
4. Rangli metallarni qoplashdan oldin ularning sirtini maxsus tayyorlash.
5. Ruxlash va Kadmiylash. Mislash. Nikellash. Xromlash.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarishda asosan metallar turli usullarda korroziyadan himoya qilinadi, mustahkamligi oshiriladi va himoya-bezak maqsadlarida ishlatiladi, shuningdek yemirilgan ehtiyot qismlarni elektrokimyoviy usulda metall qoplash bilan tugallanadi.

Metall va uning qotishmalarini korroziyadan himoya qilish uchun ular himoya qoplamalari bilan qoplanadi. Bular metall, metallar qoplamasi, oksidli qatlam yoki fosfat qoplama bo'lishi mumkin. Himoya qoplamalarini kimyoviy yoki elektrokimyoviy usullarda hosil qilish mumkin.

Metall yuzalarini ishonchli himoya qavati va qoplanuvchi material tanlanishi qoplash sharoiti belgilangan rejimda olib borilishi hamda bir tekis, zich qoplama hosil qilishdagi holatga bog'liq.

Elektrolitik qoplashdan tashqari metall bilan qoplashning boshqa usullari ham mavjud.

Bularga: Ruxlash, oqartirish va qo'rg'oshinlashdagina foydalaniladigan, buyumlarni suyultirilgan metall massasiga botirishga asoslangan usul;

Suyultirilgan metalni purkashga asoslangan (asetilen va kislorod gazlari aralashmasi alangasida yoki elektr yoyi yordamida) usul, bu usuldan odatda rux, alyuminiy, qo'rg'oshin, xrom, temirni odatdagi atmosfera yoki vakuum sharoitda qoplashda foydalaniladi.

Metalni kukunsimon shaklda yuqori haroratlarda buyumlarning sirt qavatiga termik diffuziyalashga asoslangan, rux, alyuminiy, xrom va silitsidlar bilan qoplashda foydalaniladigan diffuziyali usul;

Plakirovkalash – qoplanayotgan va qoplovchi (yupqa plastinka) metallarni birgalikda issiq holda prokatlashga asoslangan usul;

Tok bermasdan kimyoviy qaytarish usuli;

Metalni uning tuzi eritmasidan birmuncha elektromanfiyroq xususiyatga ega bo'lgan metall yordamida siqib chiqarish usullari kiradi.

Bu usullarning afzalliklari bilan bir qatorda ayrim kamchiliklari ham ma'lum.

Elektrolitik usullarning afzalliklariga quyidagilar kiradi: metall va metallmas buyumlar sirtida qoplama qalinligi qiymatini osongina o'zgartirish bilan turli xil tuzilishli cho'kmalar (mikronning ulushlaridan bir necha millimetrgacha)ni hosil qilish; bir xil metaldan turli xil xossalarga ega bo'lgan (qattiq va yumshoq, yaltiroq va xira, turli xil rangdagi) cho'kmalarni hosil qilish; yuqori haroratdan foydalanmasdan

tarkibi va fazoviy tuzilishi turli xil bo'lgan metall qotishmalarini hosil qilish.

Elektrolitik usulning eng asosiy kamchiliklaridan biri murakkab tuzilishga ega bo'lgan buyumlar sirtida bir xil qalinlikka ega bo'lgan cho'kmalar olishning qiyinligi hisoblanadi.

Elektrokimyoviy jarayonlar xarakteristikasi

Tok zichligi (J) – elektrod birlik sirtidan o'tuvchi tok kuchi. A/dm^2 , A/sm^2 .

Kulon – zanjirdan 1 sekund davomida 1 A tok kuchi o'tishidagi elektr miqdori. A*s.

Amper-soat – zanjirdan 1 soat davomida 1 A tok kuchi o'tishidagi elektr miqdori. A*s.

Elektrolitdagi **kuchlanish** tok manbai qutblaridagi kuchlanish va elektrodlar orasidagi masofa bilan aniqlanadi. Elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi va tok zichligiga bog'liq.

Elektrolit orqali o'tayotgan tok va elektrodda ajralib chiqqan yoki erigan modda orasidagi munosabat Faradey qonunlari bilan ifodalanadi [12,18,37,47].

Faradeyning birinchi qonuniga asosan elektrodalarda ajralib chiqqan yoki erigan modda massasi shu elektrolit orqali o'tayotgan elektr miqdoriga proporsional.

Faradeyning ikkinchi qonuniga asosan elektrolit orqali elektr miqdori o'tganda ajralib chiqayotgan yoki eriyotgan moddalarning massalari ularning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri proporsionaldir.

Faradeyning qonunlaridan elektrolitdan 1 gramm-ekvivalent har qanday modda ajralib chiqishi yoki erishi uchun 26,8 A*s yoki 96500 Kl kerak bo'ladi. Elektrning bu miqdori **1 faradey** deyiladi va F harfi bilan belgilanadi.

Elektrokimyoviy ekvivalent – elektroliz jarayonida 1 soat davomida 1 A tok kuchi o'tkazilganda ajralib chiqqan modda miqdori hisoblanadi.

Faradeyning birinchi qonuniga asosan

$$m=cIt$$

bunda m-elektrodalarda ajralib chiqqan metall massasi, gr; s-ajralib chiqqan metalning elektrokimyoviy ekvivalenti, gr/A*soat; I- tok kuchi, A; t- elektroliz vaqti, soat.

Katodda ajralib chiqqan yoki anodda erigan metalning elektrodlardagi oraliq reaksiyalar (vodorodning yoki kislorodning ajralishi va hakovalar) tufayli ajralib chiqqan haqiqiy miqdori Faradey qonuni bo'yicha hisoblangan qiymatdan farq qiladi va metalning katodli va anodli tok bo'yicha chiqishi bilan aniqlanadi.

Katodli tok bo'yicha chiqish – katodda amalda ajralib chiqqan metalning nazariy hisoblangan miqdorini foizlarda ifodalangan miqdoriga nisbati.

Anodli tok bo'yicha chiqish – anodda amalda erigan metall miqdorini foizlarda ifodalangan nazariy miqdoriga nisbati.

Faradey qonunlari asosida metallarni elektrolitik cho'ktirish jarayonlarining

qabul qilingan (rasmana) hisoblari olib boriladi.

Qoplamaning o'rtacha qalinligi, mm:

$$\delta = I t c \eta / (1000 S d) = J t c \eta / (1000 S d)$$

Cho'ktirish (elektroliz)ning davomiyligi, soat:

$$t = 1000 \delta d / (J c \eta)$$

Elektrolizning qandaydir vaqt davom etishida ma'lum qalinlikdagi qoplama olish uchun kerakli tok kuchi, A:

$$I = 1000 \delta S d / (c t \eta)$$

Elektrolizning davom etish vaqtida cho'ktirilayotgan qoplama massasi, gramm:

$$m = c I t \eta / 100$$

Uning ma'lum qalinligida cho'ktirilayotgan qoplama massasi, gramm:

$$m = 10 S \delta d$$

Tok bo'yicha chiqish:

$$\eta = 100 m / (c I t)$$

Yuqorida keltirilgan formulalarda s- elektrokimyoviy ekvivalent, g/(A*soat); S- qoplanadigan sirt yuzasi, dm²; d- cho'ktirilayotgan qoplama zichligi, g/sm³; J- tok zichligi, A/dm².

Elektrod potentsiali. Ma'lum metall ioniga ega bo'lgan metalni elektrolitga tushirilganda metall va elektrolit chegarasida paydo bo'lgan potentsiallar farqi elektrod potentsiali deyiladi. Uning qiymati metall va erituvchi tabiatiga, elektrolit harorati, metall ionlari aktivligiga bog'liq bo'lib, Nernst tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + (\ln a_{Me^{+n}}) + \frac{RT}{nF}$$

bunda, ε_0 -metallning standart potentsiali, V; $a_{Me^{+n}}$ -metall ionlari aktivligi, g-ion/l; R- universal gaz doimiysi; T- harorat, K; n- metallning valentligi; F- faradey soni.

Elektrokimyoviy kuchlanishlar qatori – elektrod potentsiali qiymati nolga teng deb olingan vodorod elektrodiga nisbatan standart elektrod potentsiallari qiymati ortib borish tartibida joylashtirilgan metallardan iborat [19,37-39,47].

Elektrolitik cho'ktirish potentsiali tashqi tok manbaidan katod va anodda elektrod reaksiyalarning qiyinchilik bilan sodir bo'lishi hisobiga paydo bo'ladi. Uning qiymati tok zichligiga bog'liq.

Elektrodning qutblanishi metallning standart potentsiali va elektrolitik cho'ktirish potentsiali orasidagi farq bo'yicha aniqlanadi.

Katodli qutblanish katoddagi elektrolitik cho'ktirish potentsialini manfiy qiymat tomonga, anodli qutblanish esa anoddagi elektrolitik cho'ktirish potentsialini musbat qiymat tomonga siljitadi. Elektrodlar qutblanishining kamayishi **qutbsizlanish** deyiladi. Qutblanish o'z xarakteri bo'yicha konsentratsion, kimyoviy va kristallizatsion kabi turlarga bo'linadi.

Konsentratsion qutblanish metall ionlarining elektrolitda sekin diffuziylanishi

natijasida elektrodlarda elektrokimyoviy reaksiyalar mexanizmining murakkablashishi bilan tushuntiriladi. Elektrolit haroratining ortishi va aralashtirish bilan konsentratsion qutblanishni ancha kamaytirish mumkin.

Kimyoviy qutblanish kompleks va gidratlangan metall ionlarining zaryadsizlanishining qiyinlashishi hisobiga elektrokimyoviy reaksiyalarning sekinlashishi tufayli ro'y beradi.

Kristallizatsion qutblanish qattiq eritmalar – qotishmalarning elektrolitik cho'ktirilishi hisobiga sodir bo'lishi mumkin va bunda birgalikda cho'ktirilayotgan metallar potentsiallari qotishmalarning hosil bo'lish energiyalari hisobiga yaqinlashtiriladi.

Qutblanish egri chiziqlari – tok zichligining o'zgarishi bilan potensial o'zgarishining grafikli bog'liqligi bo'lib, uning elektrod jarayonlari mexanizmi va kinetikasini o'rganishda muhim ahamiyatga ega.

Yoyiluvchanlik qobiliyati. Elektrolitlarning yoyiluvchanlik qobiliyati ayniqsa murakkab tuzilishli buyumlar sirtida galvanik qoplamalar qalinligining bir xil bo'lishi bilan aniqlanadi. Qoplama qalinligining bir xil bo'lmasligi katod profili bo'ylab elektr maydon kuch chiziqlarining taqsimlanishiga bog'liq. Qoplama qalinligining taqsimlanishi tokning taqsimlanishiga mos kelishi yacheyka parametrlariga bog'liqligi **birlamchi taqsimlanish** deyiladi. Tok zichligining ortishi bilan katodli qutblanish va tok bo'yicha chiqish katod sirtida metalning amalda taqsimlanishiga ta'sir ko'rsatishi **ikkilamchi taqsimlanish** deyiladi. Elektrolitlarning birlamchi taqsimlanishga nisbatan elektrolitning katod sirtida metalning taqsimlanishini yaxshilash qobiliyati **yoyiluvchanlik qobiliyati** deyiladi. Yoyiluvchanlik qobiliyatini aniqlashning bir necha xil usullari ma'lum. Odatda bunday sharoitda Fildning elektroliz yacheykasi yoki Xerring va Blyum yacheykalaridan foydalaniladi. Birinchi holatda yoyiluvchanlik qobiliyati, % larda quyidagi formuladan topiladi:

$$YoQ=100(K-M)/(K-M-2),$$

bunda $K=L_{a-dk}/L_{a-bk}$ – anodda uzoq va yaqin katodlargacha masofalar nisbatini ifodalovchi birlamchi taqsimlanish;

$M=M_{bk}/M_{dk}$ – yaqin va uzoq katodlarda ajralib chiqqan metallar massalarining nisbati bilan ifodalanadigan amaldagi ikkilamchi taqsimlanish.

Ikkinchi holatda yoyiluvchanlik qobiliyati $YoQ=100(K-M)/K$ formuladan $K=5$ da hisoblanadi. Bu formulaga ko'ra yoyiluvchanlik qobiliyatining maksimal qiymati yaqin va uzoq katodlarda massaning ortishi bir xil bo'lganda 80 % ga teng bo'ladi ($M=1$).

D.I.Mendelev nomli Moskva Kimyo texnologiya institutida ajratilgan ko'p seksiyali katodda Molerning tirqishli yacheykasi yordamida elektrolitlarning yoyiluvchanlik qobiliyatini aniqlash usuli yaratilgan.

Amalda foydalanish uchun katodi uzunligi 10 sm, katodli soha uzunligining uning

eniga nisbati 2,35 bo'lgan yacheykadan foydalaniladi. Yoyiluvchanlik qobiliyatini aniqlashning bu usuli real buyumlarni tirqishli yacheykalarda modellashirishga asoslangan. Undan bir xil qoplama hosil qilish xususiyatiga qarab turli xil elektrolitlarni taqqoslashda foydalanish mumkin va amaliyotda grafik usulda osongina amalga oshiriladi.

Elektrolitning yopish qobiliyati elektrolitning murakkab tuzilishli buyumlarning turli xil uchastkalarini yopish xossasini xarakterlaydi. U katodning istalgan qismida qoplama bor yoki yo'q ekanligi haqida ma'lumot beradi.

Elektrolitning tekislash qobiliyati katodning sirti mikroreleflari bir xil qalinlikdagi cho'kma hosil qilish xossasini xarakterlaydi. Tekislash qobiliyati turli xil sohalarda mikroskopik chuqurliklarda qoplama qalinligining nisbati bilan ifodalanadi. Agar mikroskopik chuqurlik mikroskopik bo'rtib chiqishlardan yuqaroq bo'lsa, tekislash qobiliyati ham ortib boradi.

Qoplama turlari

Buyumlardan foydalanish xarakteristikalarini talablariga bog'liq ravishda qoplamalar 3 turga bo'linadi:

Himoyali qoplama detallarni turli xil muhitlarda korroziyadan saqlash uchun ishlatiladi.

Dekorativ-himoyali qoplamalar buyumlarni bir vaqtning o'zida korroziyadan saqlash va ularga dekorativ ko'rinish berish uchun ishlatiladi.

Maxsus yoki funksional qoplamalar buyumlar sirtiga alohida xossalari, ya'ni elektr o'tkazuvchanlik, kavsharlanish, qattqlik, yemirilishga bardoshlilik, antifriksion, magnitli va boshqa xossalarni berish uchun ishlatiladi.

Oxirgi turga metallarni termik ishlov berish (sementlashdan mahalliy himoyalashda, azotirlash va boshqalar) bilan metallarni himoyalovchi qoplamalar ham kiradi [3,4,5,33].

Himoyalash qoplamalari turini tanlash, ulardan foydalanish sharoitlari, asosiy detal va metall qoplama materialining elektrokimyoviy potentsiallari qiymatlari bilan aniqlanadi. Asosiy metalga nisbatan katta elektromanfiy potentsial qiymatiga ega bo'lgan anodli qoplamalar yaxshi himoyalash xossalari ega bo'lib, buning natijasida buyum sirtini ishonchli elektrokimyoviy himoyalash imkoni tug'iladi. Bunday qoplamalarning himoyalash xossalari ularning g'ovakliklariga kam darajada bog'liq bo'lib, bunda qoplama paydo bo'lgan metall buyum-anodli qoplama mikrogalvanik juftlarida korroziyalanish jarayoni sodir bo'lganida qoplama anodli eriydi, buyum sirti esa buzilmaydi.

Katodli qoplamalar metall buyumni tashqi muhit ta'siridan to'liq himoyalashi lozim. Buning uchun cho'kma tarkibida g'ovakliklar bo'lmasligini ta'minlash kerak. Cho'kma tarkibidagi g'ovakliklar qoplanayotgan sirtning mikrogeometriyasi va

cho'ktirilayotgan metalning elektrokristalizatsiya sharoitlariga bog'liq bo'lib, bunda galvanik qoplamalarning optimal qarshiliklarini shu omillarga bog'liq ravishda tanlashdagi tavsiyalarni ko'rib chiqish muhim hisoblanadi. Bunday qoplamalarning himoyalash xossalari turli xil fizik-mexanik xossalarga ega bo'lgan mono va polimetall qatlamlarni ma'lum darajada uyg'unlashtirib, ko'p qatlamli qoplama hosil qilish hisobiga oshirish mumkin bo'lgan ko'pchilik dekorativ qoplamalari katodli qoplamalar hisoblanadi.

Metallni elektrokimyoviy sayqallash jarayoni va elektrokimyoviy ishlov berish qonunlari

Metallni elektrokimyoviy sayqallash jarayoni

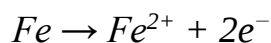
Metallni elektrokimyoviy sayqallash (elektropolirovka) — bu anodli elektroliz jarayoni bo'lib, unda metall sirtining notekis joylari elektrokimyoviy yo'l bilan erib tekislanadi. Natijada sirt silliq, yaltiroq va korroziyabardosh holatga keladi. Jarayon mexanik sayqallashdan farqli o'laroq, elektr energiyasi va elektrokimyoviy reaksiyalar hisobiga amalga oshadi.

Elektropolirovka jarayonida metall anod sifatida ulanadi, katod esa odatda inert material (mis, qo'rg'oshin yoki zanglamas po'lat) bo'ladi. Anod sirtidagi qirralar elektr maydoni ta'sirida tezroq eriydi, pastroq joylar esa sekinroq eriydi. Shu sababli sirt mikro darajada tekislanib, yaltiroq ko'rinishga ega bo'ladi.

Jarayon quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Detalni mexanik tozalash va yog'dan xalos qilish.
2. Detalni maxsus elektrolit (odatda fosfat va sulfat kislotalar aralashmasi)ga joylashtirish.
3. Ma'lum tok zichligida anodli elektroliz o'tkazish (odatda 10–100 A/dm²).
4. Detalni yuvish va quritish.

Masalan, po'latni elektrokimyoviy sayqallashda anodda quyidagi reaksiya kechadi:



Bu jarayon natijasida temir ioni eritmaga o'tadi, sirt esa silliqlanadi.

Sayqallash jarayonining natijasi — sirtning mikronoteksisliklari yo'qoladi, metall yaltiroq va estetik jihatdan chiroyli ko'rinadi, korroziyaga chidamliligi ortadi hamda keyingi qoplama ishlovlari (masalan, xromlash yoki nikel qoplash) uchun ideal sirt hosil bo'ladi.

Elektrokimyoviy sayqallash tibbiyot asboblari, kimyoviy apparatlar, zanglamas po'lat, mis, nikel va alyuminiy buyumlarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

Elektrokimyoviy ishlov berishda amal qiluvchi qonunlar va texnologik sharoitlar

Elektrokimyoviy ishlov berish jarayonlarida Faradey qonunlariga amal qilinadi. Ular elektroliz paytida elektrod yuzasida ajralib chiqadigan moddaning miqdorini aniqlashga imkon beradi.

Faradeyning birinchi qonuniga ko'ra, elektroliz vaqtida elektroddan ajralib chiqadigan modda massasi o'tgan elektr zaryadiga to'g'ri proporsional:

$$m = k \cdot I \cdot t$$

bu yerda:

m – ajralgan modda massasi,

I – tok kuchi,

t – vaqt,

k – elektrokimyoviy ekvivalent.

Faradeyning ikkinchi qonuniga ko'ra, turli moddalar uchun bir xil zaryad o'tganda ajralgan modda miqdori ularning ekvivalent og'irliklariga proporsional:

$$m = \frac{A \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$$

bu yerda:

A – atom og'irligi,

n – elektronlar soni,

F – Faradey doimiysi (96500 C/mol).

Nazorat savollari

1. Elektrokimyoviy qoplama deganda nimani tushunasiz va bu jarayonning asosiy maqsadi nimadan iborat?
Galvanik qoplama jarayoni qanday amalga oshiriladi?
– Anod va katodda kechadigan asosiy elektrokimyoviy reaksiyalarni izohlang.
2. Elektrolit tarkibi va texnologik omillar (tok zichligi, harorat, pH, vaqt) metall qoplamaning sifatiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
3. Metall qoplama usullari (nikellash, xromlash, ruxlash, mislash va boshqalar) o'rtasidagi asosiy farqlarni tushuntiring.
4. Qoplama sifatini nazorat qilish va mustahkamligini oshirish uchun qanday texnik va kimyoviy choralar qo'llaniladi?

MAVZU: KIMYOVIY TOK MANBALARI

Reja:

1. Akkumulyatorlar
2. Energiyani saqlash qurilmalari: batareyalar va superkondensatorlar
3. Elektrokimyoviy sensorlar va biosensorlar
4. Yarimo'tkazgichlarning fotoelektrokimyosi
5. Qoplangan tizimlarning korroziyasi

Akkumulyatorlar

Akkumulyatorlar — bu elektr energiyasini kimyoviy shaklda saqlab, kerak bo'lganda yana elektr energiyasiga aylantira oladigan qayta zaryadlanadigan elektrokimyoviy tizimlardir.

Akkumulyatorlarning ishlash prinsipi teskari elektrokimyoviy reaksiyalarga asoslanadi. Zaryadlash vaqtida elektr energiyasi kimyoviy energiyaga aylanadi, razryad (ishlash) paytida esa bu energiya qaytadan elektr energiyasiga o'tadi.

Asosiy turlari:

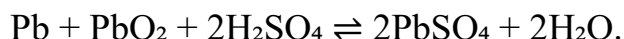
Qo'rg'oshinli akkumulyator – eng ko'p qo'llaniladigan turi, avtomobillarda ishlatiladi.

Anod: Pb

Katod: PbO₂

Elektrolit: H₂SO₄ eritmasi

Umumiy reaksiya:



Nikel-kadmiy akkumulyator (Ni-Cd) – portativ qurilmalarda ishlatiladi, uzoq xizmat muddati bilan ajralib turadi.

Litiy-ion akkumulyatorlar (Li-ion) – eng zamonaviy va samarali turi, smartfon, noutbuk va elektromobillarda ishlatiladi. Ular yuqori energiya sig'imi, past og'irlik va qayta zaryadlanish imkoniyati bilan ajralib turadi.

2. Energiyani saqlash qurilmalari: batareyalar va superkondensatorlar

Batareyalar

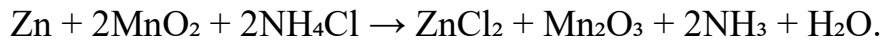
Batareyalar — bu qayta zaryadlanmaydigan kimyoviy tok manbalari bo'lib, ular bir marotaba ishlatilgach, kimyoviy moddalari tugaydi.

Misollar:

- Galvani elementi (Zn–Cu)

- Quruq batareya (Leclanché elementi):

- Anod: Zn
- Katod: MnO_2 + grafit
- Elektrolit: NH_4Cl + ZnCl_2
- **Umumiy reaksiya:**



Superkondensatorlar

Superkondensatorlar — bu energiya sigʻimi katta boʻlgan kondensatorlar boʻlib, ular elektr energiyasini elektrokimyoviy yoʻl bilan saqlaydi. Ularning energiya zichligi batareyalarnikidan kichikroq, lekin zaryad va razryad jarayoni juda tez kechadi.

Superkondensatorlar uglerod nanomateriallari, grafen, metall oksidlar asosida tayyorlanadi va elektr transport, quyosh batareyalari, zaxira energiya tizimlarida qoʻllaniladi.

3. Elektrokimyoviy sensorlar va biosensorlar

Elektrokimyoviy sensorlar — bu muhitdagi moddalarning (ionlar, gazlar, ifloslantiruvchi aralashmalar) konsentratsiyasini elektr signalga aylantirib oʻlchaydigan qurilmalardir.

Sensorning asosiy qismlari:

- Elektrod (ishchi) — modda bilan elektrokimyoviy reaksiya sodir boʻladigan sirt.

- Maʼlumot oʻquvchi tizim — potensial yoki tok oʻzgarishini oʻlchaydi.

Turlari:

- Gaz sensorlari – kislorod, vodorod, karbonat angidridni aniqlashda.
- Ion-selektiv elektrodlar – pH oʻlchagichlarda.
- Biosensorlar – biologik ferment yoki hujayra asosida ishlaydi (masalan, glyukoza sensori).

Biosensorlar tibbiyotda glyukoza, laktat, xolesterin va boshqa biologik birikmalarni aniqlashda ishlatiladi. Ular **fermentlar, antitanachalar yoki DNK zanjirlari** yordamida ishlaydi.

4. Yarimoʻtkazgichlarning fotoelektrokimyosi

Fotoelektrokimyo — bu yorugʻlik taʼsirida yarimoʻtkazgich elektrodlarida **elektrokimyoviy reaksiyalarni** oʻrganadigan sohadir.

Masalan, **fotoelementlarda** quyosh nurlari yarimoʻtkazgich (Si, TiO_2 , CdS) yuzasida elektronlarni uygʻotadi. Bu elektronlar elektrolitga oʻtib, elektr toki hosil qiladi.

Bunday tizimlar quyosh energiyasini **bevosita elektr energiyasiga aylantirish** imkonini beradi.

Fotoelektrokimyoviy hujayralar ekologik toza, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishda muhim o‘rin tutadi.

5. Qoplangan tizimlarning korroziyasi

Korroziya — bu **metallarning atrof-muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy o‘zaro ta’siri natijasida yemirilishidir**. Qoplamalar (nikel, xrom, rux, lak-bo‘yoq) metall sirtini himoya qiladi, ammo vaqt o‘tishi bilan bu qoplamalarda **yoriqlar yoki teshiklar** paydo bo‘lishi mumkin.

Qoplangan tizimlarda korroziya odatda quyidagi hollarda sodir bo‘ladi:

- Qoplama ostiga namlik yoki elektrolit kirganda galvanik juft hosil bo‘ladi.
- Qoplama metaldan farqli elektrod potensialiga ega bo‘lsa, **mikrogalvanik korroziya** ro‘y beradi.

Oldini olish choralari:

- Qoplama sifatini yaxshilash (elektrokimyoviy usullar bilan).
- Passivatsiya qatlami hosil qilish.
- Korroziyaga bardoshli materiallardan foydalanish.

Kimyoviy tok manbalari – bu elektr energiyasini kimyoviy reaksiyalar yordamida hosil qiluvchi va saqlovchi tizimlardir. Ular orasida **akkumulyatorlar, batareyalar, superkondensatorlar** energiya texnologiyalarining asosini tashkil etadi. **Elektrokimyoviy sensorlar** va **fotoelektrokimyoviy tizimlar** esa zamonaviy ekologik toza energiya manbalari va tibbiy diagnostika sohalarida keng qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, **qoplamali metall tizimlarning** korroziyaga qarshi barqarorligini oshirish ham muhim ilmiy-amaliy yo‘nalish hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Kimyoviy tok manbai deganda nima tushuniladi va u qanday asosda elektr energiya hosil qiladi?
2. Galvaniy elementlarning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday? Misol keltiring.
3. Akkumulyator va batareya o‘rtasidagi asosiy farqlarni tushuntiring.
4. Kimyoviy tok manbalarida sodir bo‘ladigan asosiy elektrokimyoviy reaksiyalar qanday turlarga bo‘linadi?
5. Superkondensatorlarning afzalliklari va ularning qo‘llanilish sohalarini izohlang.

MA'RUZA № 13
MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY SANOATINI RIVOJLANTIRISH
ISTIQBOLLARI

Reja:

1. Zamonaviy sanoatda elektrokimyoviy texnologiyalarning o'rni.
2. Elektrokimyoda ifloslanish manbalari.
3. Elektrokimyoning alohida tarmoqlarining ekologik muammolari.
4. Atrof-muhitga ta'siri.
5. Ekologik toza texnologiyalarning rivojlanish istiqbollari

Suyuqlanmalarni elektroliz qilishga asoslangan sanoat korxonalarini loyihalashtirish va ulardan foydalanishda ularga xuddi suvli eritmalarini elektroliz qilishdagi kabi talablar qo'yiladi. Foydalanilayotgan barcha apparat va jihozlar yuqori temperaturada ishlayotganligi uchun ular issiqlikni o'tkazmaydigan materiallar bilan yaxshilab o'rab chiqilishi, atrof-muhitga yo'qotilayotgan issiqlik kamaytirilishi va mehnat qilish uchun yaxshi sharoit yaratilishi kerak.

Issiq sexlarda ishlaydigan ishchilarga maxsus kiyim beriladi. Ayniqsa zaharli gazlarning atrof-muhitga tarqalib ketmasligiga alohida e'tibor berish kerak. Masalan, ammoniy olishda ishlatiladigan suyuqlanma elektroliz qilinganda HF, CO, Cl₂ kabi zaharli gazlar ajralib chiqadi. Bu gazlar bilan changsimon zarrachalar ham ajralib chiqadi. Ftor va vodorod ftorid, xlor, uglerod oksidi kuchli sanoat zaharlari hisoblanadi.

CHangni ushlab qolish va chiqindi gazlarni tozalash uchun zamonaviy alyuminiy zavodlari gazlarni so'rib olishga mo'ljallangan va maxsus gaz yutuvchi qurilmalar bilan jihozlangan yopiq holdagi vannalarga ega.

Alyuminiyli vannalardan so'rib olinayotgan gaz havo aralashmasining hajmi 1 m³/s ni tashkil etadi. Bu gazlar tarkibida 40 mg/m³ gacha ftor, 100 mg/m³ gacha smola va 90 mg/m³ gacha (Na₃AlF₆, AlF₃) changlari bo'ladi.

Atmosferaga chiqarib yuborishdan oldin chiqindi gazlar gaz yutish qurilmasi orqali o'tqazilib, ulardagi qimmatbaho ftor tutuvchi va boshqa mahsulotlar ajratib olinadi.

NF ning 5% li Na₂CO₃ eritmasi bilan o'zaro ta'sirlashuvi natijasida NaF olinadi. So'ngra tarkibida NaF va NaHCO₃ bo'lgan eritmadan natriy alyuminiy qo'shish bilan kriolit cho'ktiriladi. Kriolit ajratib olingandan so'ng soda eritmasi yana gaz yuttirish minorasiga qaytariladi.

Eski korxonalarni rekonstruksiyalash va yangilarini qurish bilan mehnatning sanitar-texnik holati keskin yaxshilandi.

Bunda barcha o'zgarishlar quyidagi texnik qarorlarning bajarilishiga bog'liq:

avtomatik ravishda glinozem bilan ta'minlanadigan, signalli qurilmalar bilan ta'minlangan yuqori quvvatli elektrolizyorlardan foydalanish, vannaga briket holdagi ftorid-glinozemli shixtani yuklash, vannaga to'liq mexanizatsiyalashtirilgan holda ishlov berish, texnologik jarayonni masofadan turib nazorat qilish va b. Ilg'or korxonalarda tuzli suyuqlanmaning elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha glinozemni avtomatik yuklash usulidan foydalanilmoqda. Glinozemning navbatdagi porsiyasi eritilgandan keyin, suyuqlanma qarshiligi maksimumga etadi, so'ngra asta-sekin kamayib boradi va anodli effektga yaqinlashganda yana ortadi.

Oxirgi yillarda bir qator chet el korxonalarida ftoridlar tutuvchi chiqindi gazlarning alyuminiy oksidi qatlamiga adsorbilanishiga asoslangan quruq holatdagi usul kengroq tarqalmoqda. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, bunda gazsimon ftorni ham, har qanday temperaturada ftorning changsimon tuzlarini ham ushlab qolish mumkin.

Ishqoriy va ishqoriy er metallarini olishda ularning suv bilan juda kuchli reaksiyaga kirish qobiliyatiga ega ekanligini hisobga olish kerak. Suv bilan reaksiyasi natijasida vodorod ajralib chiqadi va u havoda yonadi. Yonib turgan metalni o'chirish uchun ko'p miqdordagi inert gazni yuborish kerak bo'ladi.

Ishqoriy va ishqoriy er metallarini yonishidan saqlash uchun ular kerosin yoki moy ostida saqlanadi.

Vodorod – kislorod ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga, vodorod, azot va kislorod davriy ravishda chiqarib turiladi. Bunday holat asosiy apparatlar elektrolizyorlar yoki sexni to'xtash va ishga tushirish. Avariya-hollarida himoya qiluvchi klapan va membranalar orqali chiqarib yuboriladi.

Atmosferaga chiqarilgan vodorod, kislorod va azot atrof - muhitga zarar keltirmaydi va zaharsiz gazlar hisoblanib qo'shimcha tozalash talab qilmaydi. Sex ishlash jaryonida chiqindi suvlar va qattiq chiqindisiz ishlaydi.

2019 — 2030 yillar davrida O'zbekiston Respublikasining «yashil»

iqtisodiyotga o'tish strategiyasi

Mamlakatda tarkibiy o'zgartirishlarni chuqurlashtirish, iqtisodiyotning bazaviy tarmoqlarini modernizatsiyalash va diversifikatsiyalash hamda hududlarni bir maromda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda.

Joriy yilning 8-9-iyul kunlari Toshkent shahrida “yashil” iqtisodiyot bo'yicha normativ-huquqiy bazani va siyosatni takomillashtirish, davlat va xususiy sektor o'rtasidagi sheriklik munosabatlari orqali innovatsion “yashil” investitsiyalarni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan Yevropa va MDH davlatlarining “yashil” iqtisodiyot bo'yicha mintaqaviy vazirliklar konferensiyasi o'tkazildi.

Shu bilan birga, o'tkazilgan tahlil iqlimning o'zgarishi sharoitida samarali, resurs tejamkor va ekologik xavfsiz iqtisodiyotni ta'minlashda o'zaro bog'liq

muammolar va ehtiyojlar mavjudligini ko'rsatdi.

Xususan, jadallashayotgan sanoatlashtirish va aholi sonining ortishi iqtisodiyotning resurslarga bo'lgan ehtiyojini sezilarli darajada oshirmoqda, shuningdek, atrof muhitga salbiy antropogen ta'sirni kuchaytirmoqda va issiqxona gazlari ajratmalarining ortishiga olib kelmoqda.

Iqtisodiyot energiya samaradorligining past darajasi, tabiiy resurslardan nooqilona foydalanish, texnologiyalar yangilanishining sustligi, "yashil iqtisodiyot"ni rivojlantirish uchun innovatsion yechimlarni joriy etishda kichik biznes ishtirokining yetarli emasligi mamlakatni barqaror rivojlantirish sohasidagi ustuvor milliy maqsadlar va vazifalarga erishishga to'sqinlik qilmoqda.

Uzoq muddatli strategiyaning mavjud emasligi "yashil" texnologiyalarni joriy etish va "yashil" iqtisodiyotga o'tish bo'yicha tizimli choralar ko'rishni ta'minlashga imkon bermayapti.

2017 — 2021-yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha [Harakatlar strategiyasida](#) belgilangan vazifalarni izchil amalga oshirish, shuningdek, Parij bitimi (Parij, 2015-yil 12-dekabr) majburiyatlari bajarilishini va O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tishini ta'minlash maqsadida:

1. Quyidagilar O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tishining asosiy vazifalari etib belgilansin:

texnologik modernizatsiyalash va moliyaviy mexanizmlarni rivojlantirish orqali iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish;

davlat investitsiyalari va xarajatlarining ustuvor yo'nalishlariga ilg'or xalqaro standartlarga asoslangan "yashil" mezonlarni kiritish;

davlat tomonidan rag'batlantirish mexanizmlarini, davlat-xususiy sherikchilikni rivojlantirish hamda xalqaro moliyaviy institutlar bilan hamkorlikni faollashtirish orqali "yashil" iqtisodiyotga o'tish yo'nalishlari bo'yicha tajriba-sinov loyihalarini amalga oshirishga ko'maklashish;

ta'limga investitsiyalar kiritishni rag'batlantirish, yetakchi xorijiy ta'lim muassasalari va ilmiy-tadqiqot markazlari bilan hamkorlikni rivojlantirish hisobiga "yashil" iqtisodiyotdagi mehnat bozori bilan bog'liq kadrlarni tayyorlash va qayta tayyorlash tizimini rivojlantirish;

Orolbo'yidagi ekologik inqirozning salbiy ta'sirini yumshatish choralarini ko'rish;

"yashil" iqtisodiyot sohasida, shu jumladan ikki tomonlama va ko'p tomonlama shartnomalar tuzish orqali xalqaro hamkorlikni mustahkamlash.

2. Quyidagilar:

a) 2019 — 2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasi (keyingi o'rinlarda — Strategiya) [1-ilovaga](#) muvofiq tasdiqlansin va quyidagilar uni amalga oshirishning ustuvor yo'nalishlari etib belgilansin:

iqtisodiyotning bazaviy tarmoqlari energiya samaradorligini oshirish;

energiya resurslari iste'molini diversifikatsiyalash va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni rivojlantirish;

iqlim o'zgarishi oqibatlariga moslashish va ularni yumshatish, tabiiy resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish va tabiiy ekotizimlarni asrash;

“yashil” iqtisodiyotni qo'llab-quvvatlashning moliyaviy va nomoliyaviy mexanizmlarini ishlab chiqish;

[Oldingi tahrirga qarang.](#)

(2-bandning “b” kichik bandi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrda PQ-436-son [qaroriga](#) asosan chiqarilgan — Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 03.12.2022-y., 07/22/436/1061-son)

[Oldingi tahrirga qarang.](#)

(3-band O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrda PQ-436-son [qaroriga](#) asosan o'z kuchini yo'qotgan — Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 03.12.2022-y., 07/22/436/1061-son)

[Oldingi tahrirga qarang.](#)

4. O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiy taraqqiyot va kambag'allikni qisqartirish vazirligi O'zbekiston Respublikasida “yashil” iqtisodiyotni ilgari surish va joriy etish bo'yicha vakolatli organ etib belgilansin va unga quyidagi vazifalar yuklansin:

(4-bandning birinchi xatboshisi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrda PQ-436-son [qarori](#) tahririda — Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 03.12.2022-y., 07/22/436/1061-son)

Strategiyada nazarda tutilgan tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha mas'ul vazirliklar va idoralar faoliyatini muvofiqlashtirish;

Idoralararo kengashga, shu jumladan uning ishchi organi faoliyatini tashkil etish orqali har tomonlama ko'maklashish;

“yashil” iqtisodiyotni bosqichma-bosqich joriy etish bo'yicha hisobotlar yuritishning o'z vaqtida tashkil etilishini ta'minlash.

5. Quyidagilarga:

O'zbekiston Respublikasi Bosh vazirining o'rinbosarlari va maslahatchilariga — Strategiyada nazarda tutilgan tadbirlarni amalga oshirish bo'yicha vazirlik va idoralar faoliyatini samarali tashkil etish;

O'zbekiston Respublikasi iqtisodiy taraqqiyot va kambag'allikni qisqartirish vaziriga — yalpi ichki mahsulotning uglerod sarfi hajmini kamaytirish, sof va ekologik xavfsiz texnologiyalar va sanoat jarayonlarini qo'llagan holda sanoat korxonalari infratuzilmasini modernizatsiyalash;

O'zbekiston Respublikasi energetika vaziriga — energiya samaradorlik ko'rsatkichlarini oshirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish, ekologik jihatdan yaxshilangan tavsiflarga ega motor yoqilg'isini ishlab chiqarishni va undan foydalanishni kengaytirish, zamonaviy, arzon va ishonchli energiyadan foydalanish imkoniyati bilan ta'minlash;

O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligi vaziriga — asosiy turdagi qishloq xo'jaligi oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishning o'rtacha mahsuldorligi va hosildorligini oshirish, tomchilatib sug'orish texnologiyalarini samarali joriy etish, shuningdek, yerlarning tanazzulga uchrashi bo'yicha neytral balansga erishish;

O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligi vaziri hamda uy-joy kommunal xizmat ko'rsatish vaziriga — suvdan foydalanish samaradorligini oshirish;

O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish davlat qo‘mitasi raisiga — “yashil” iqtisodiyotni joriy etish bo‘yicha tadbirlar amalga oshirilishini ekologik qo‘llab-quvvatlashni tashkil etish va ta‘minlash hamda atrof tabiiy muhit holati monitoringi natijalarini umumlashtirish;

vazirlik, idora va boshqa tashkilotlar rahbarlariga — Strategiyada nazarda tutilgan tadbirlarni o‘z vaqtida va sifatli bajarish yuzasidan shaxsiy javobgarlik yuklansin.

6. O‘zbekiston Respublikasi Investitsiyalar va tashqi savdo vazirligi Strategiyada nazarda tutilgan tadbirlarni amalga oshirish uchun xorijiy investitsiyalarni, shuningdek, xalqaro moliya institutlari, xorijiy hukumat moliya tashkilotlari va boshqa xorijiy donorlarning kreditlari va grantlarini jalb qilishni ta‘minlasin.

7. Mazkur qarorning ijrosini nazorat qilish O‘zbekiston Respublikasining Bosh vaziri A.N. Aripov va O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining maslahatchisi R.A. Gulyamov zimmasiga yuklansin.

Nazorat savollari

1. Elektrometallurgiyada qanday xavfsizlik texnikasi qoidalarini bilasiz?
2. Atrof - muhit muhofazasi qilish usullari va qonun qoidalari haqida ma’lumot bering.
3. 2019 — 2030 yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o‘tish strategiyasi haqida ma’lumot bering.

1-AMALIY MASHG'ULOT

ALYUMINIY VA MAGNIYNI OLIISH JARAYONINING NAZARIY ASOSLARI

Ishning maqsadi: *Alyuminiy va magniy olish jarayonining nazariy asoslari, qo'llaniladigan elektrolizyorlar konstruksiyasi va elektroliz texnologiyasini o'rganish*

Nazariy qism

Alyuminiy yer qobig'ida eng ko'p tarqalgan elementlardan biri hisoblanadi. U 660°C da suyuqlanadigan va $2518,8^{\circ}\text{C}$ da qaynaydigan metall. Havoda u oksidlanishdan saqllovchi yupqa va mustahkam oksidli qoplama bilan qoplanadi. U kislotalarda ham, ishqorda ham eriydi. Konsentrlangan nitrat kislotalarda toza alyuminiy qizdirmasdan eritib bo'lmaydi. Alyuminiy osongina sim ko'rinishida o'raladi va yupqa list shaklida ham tayyorlanadi.

Toza alyuminiy elektrotexnikada kabellar, shina o'tkazgichlar va kondensatorlar tayyorlashda ishlatiladi. Alyuminiy qotishmalaridan aviasozlikda, avtomobilsozlikda va mashinasozlik transportida keng ko'lamda foydalaniladi. Birinchi marta alyuminiy alyuminiy xloridga kaliy ta'sir ettirib olindi. Keyinchalik uni $\text{AlCl}_3 \cdot \text{NaCl}$ ning suyuqlanmasiga kaliy ta'sir ettirib ham olindi. Uni elektrolitik usulda olish topilgandan keyin alyuminiy ishlab chiqarish yanada rivojlandi. P.Eru (Fransiya) va Ch.Xoll (AQSH) lar bir vaqtning o'zida suyultirilgan kriolitda eritilgan glinazyomni elektroliz qilish bilan olish usulini taklif etishdi.

Kriolit Na_3AlF_6 suyuqlanmasida glinazyomni eritib, undan alyuminiy olish usulini taklif etishdi. Elektroliz bu aralashmalarning temperaturasidan birmuncha yuqoriroq temperaturada, ya'ni $\sim 950^{\circ}\text{C}$ da olib boriladi. Katod sifatida kriolitli elektrolitga chidamli bo'lgan ko'mirli bloklardan foydalaniladi. Anod sifatida o'z-o'zidan kuydiriladigan yoki grafitli bloklardan foydalanish mumkin. Elektroliz jarayonida alyuminiy podinada yig'iladi va u bilan birgalikda katod vazifasini ham bajarishi mumkin. Anodda kislorod tutuvchi ionlar zaryadsizlanadi. Ajralib chiqayotgan kislorod anod uglerodini oksidlab, CO va CO_2 ni hosil qiladi. Shunday qilib, nazariy jihatdan faqatgina glinazyom va uglerod sarflanadi. Amalda

bug‘lanish va fterovkaga yutilishi hisobiga yana ma’lum miqdorda kriolit hamda natriy ftorid va alyuminiy ftorid ham sarflanadi.

Magniy. Magniyning zichligi 20⁰C da 1,738 g/sm³; suyuqlanish temperaturasi 651⁰C va qaynash temperaturasi 1107⁰C bo‘lgan yengil metall. Ftorid va xromat kislotadan tashqari barcha kislotalarda oson eriydi. Ishqorlar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Reaksiyaga kirishish qobiliyati yuqori bo‘lganligi uchun undan ko‘pincha qiyin eriydigan metallar: titan, sirkoniy, niobiy, tantal va boshqalarni olishda foydalaniladi.

Qiyin eruvchan metallarni magniytermik usulda olish ularning xloridlariga metall holdagi magniyni yuqori temperatura (800-1000⁰C) larda ta’sir ettirishga asoslangan, masalan:



Ishlab chiqarilayotgan magniyning katta qismi samolyotsozlik, transport mashinasosligi va boshqa sohalar uchun yengil qotishmalar tayyorlashga sarflanadi.

Magniy termik yoki elektrolitik usulda olinadi. Termik usulda magniyni olish, uni uglerod oksidi, ferrosilitsiy, silikoalyuminiy yordamida yuqori temperaturada qaytarishga asoslangan.

Karbtermik usul (ko‘mir bilan qaytarish) birmuncha murakkab bo‘lib, jarayon ~2000⁰C ga yaqin temperaturada olib boriladi. Birmuncha soddaroq bo‘lgan silikotermik usullar vakuumda 1150-1200⁰C da olib boriladi. Silikotermik usullarning kamchiligi jarayonning davriyligi va narxining yuqoriligi hisoblanadi.

Ko‘proq tarqalgan usul elektrokimyoviy usul hisoblanadi.

AQSHda ishlab chiqarilgan 90 000 t magniyning 73%i elektrolitik, 23%i silikotermik va 4%i karbtermik usulda olinadi. Dastlab bariy ftorid magniy va natriyning suyultirilgan aralashmasida eritilgan magniy oksidini elektroliz qilishga urinishlar bo‘lgan edi. Lekin bu usul iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lmaganligi uchun magniy xloridni elektroliz qilish bilan olishga o‘tildi. Tarkibida magniy, kaliy, natriy va ba’zan kalsiy xloridlar tutuvchi suyuqlanma 700⁰C da elektroliz qilindi. Olingan magniy elektroliz sirtiga yopishib qoldi va u davriy ravishda

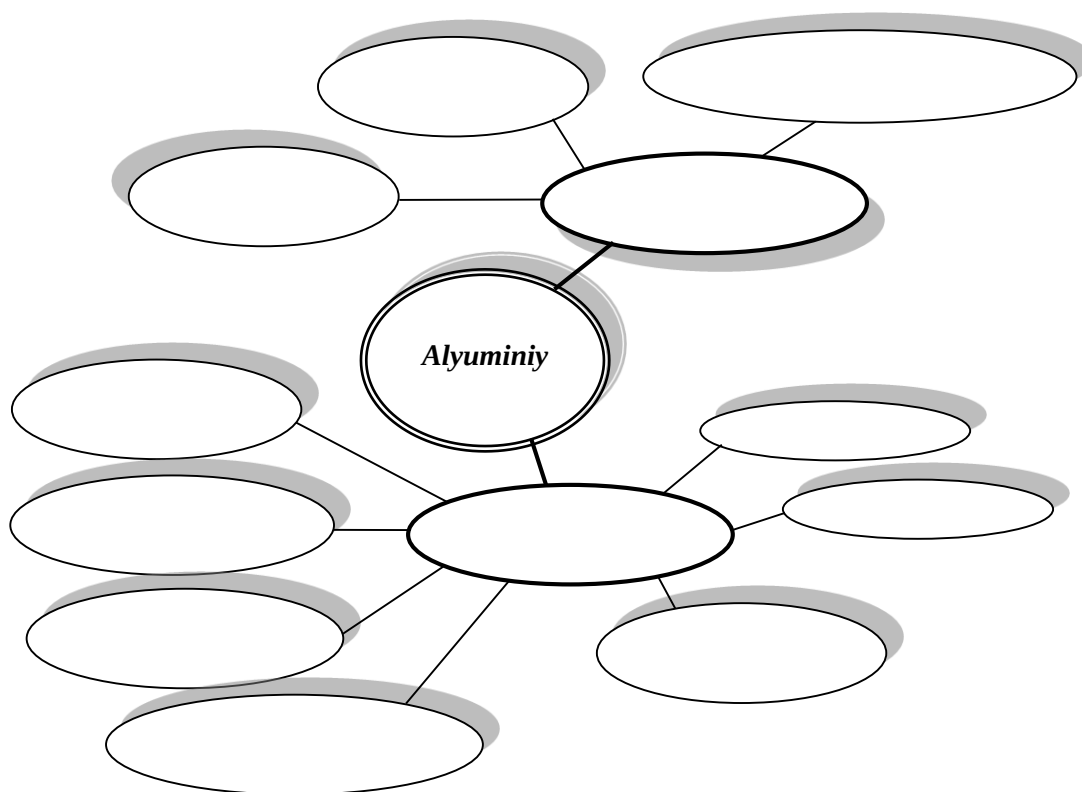
vannadan ajratib olindi. Anodda ajralib chiqqan xlor o'tkazuvchi yordamida so'rib olindi va iste'molchiga yuborildi. Elektrolizyordagi magniy xloridning miqdori kamayishi bilan unga yangi xomashyo qo'shib boriladi.

KICHIK GURUHLAR UCHUN TOPSHIRIQLAR:

1-guruh uchun topshiriq

1. Alyuminiy olish uchun xomashyo va ularni tanlash jarayonlarini izohlang;
2. Magniyni elektrolitik usulda olish texnologik bosqichlarini keltiring.
3. Klasterni to'ldiring

“Klaster” metodi



2-guruh uchun topshiriq

1. Glinazyomni olish texnologik jarayonlarini reaksiya tenglamalari orqali tushuntiring.
2. Alyuminiy olish uchun qo'llaniladigan elektrodlar haqida ma'lumot bering va elektrolizyorlarning konstruksiyasi (chizmasi).
3. Kriyolit oqimi qanday rol o'ynaydi?

3-guruh u chun topshiriq

1. Alyuminiyni elektrokimyoviy usulda olishning elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayonlar tenglamalarini bosqichlarini yozing.
2. Magniyni elektrokimyoviy usulda olish uchun xomashyo va ularni tayyorlash.
3. Alyuminiy elektrolizida alyuminiy anod nima uchun ishlatiladi?

GURUHLAR BO'YICHA TOPSHIRIQ:

1. Elektroliz qurilmasi bilan tanishish

- Elektrodlar, elektrolit, quvvat manbai va o'lchov asboblari joylashtiriladi.
- Qurilmaning sxemasi chizilib, ish prinsipi tushuntiriladi.

2. Elektroliz tajribasi o'tkazish (masalan, $MgCl_2$ eritmasi bilan)

- Katodda metall magniy hosil bo'lishi kuzatiladi.
- Anodda xlor gazining ajralishi (modellashirilgan yoki indikator yordamida) aniqlanadi.
- Ampermetr va voltmetr ko'rsatkichlari qayd qilinadi.

3. Tok unumi va kuchlanish samaradorligini aniqlash

- Ajralgan Mg miqdori aniqlanadi:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$$

- Bu yerda:

M – Mg ning molyar massasi (24.3 g/mol)

I– tok kuchi (A)

t – vaqt (sekund)

n – elektronlar soni (2)

F – Faradey doimiysi (96485 C/mol)

4. Energiyani hisoblash:

$$E = U \cdot I \cdot t$$

(kWh yoki J ko'rinishida)

5. Materiallar balansi va chiqish samaradorligini tahlil qilish

- Sarflangan xomashyo va olingan metall massasining nisbatini hisoblash.
- Chiqarilgan gazlar, chiqindilar haqida fikr yuritish.

Hisobot tarkibi:

1. Maqsad va uslub
2. Sxematik chizma
3. O'lchov natijalari (U, I, t, massa)
4. Hisob-kitoblar:
 - Tok unumi (%)
 - Kuchlanish samaradorligi (%)
 - Energiya sarfi (kWh/kg)
5. Xulosalar
6. Savollar bo'yicha javoblar

Elektroliz uchun berilgan shartlar:

Ko'rsatkich	Alyuminiy (Al)	Magniy (Mg)
Tok kuchi, I	15 A	10 A
Kuchlanish, U	5.0 V	4.2 V
Elektroliz vaqti, t	1 soat (3600 s)	1 soat (3600 s)
Elektrolit	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_3\text{AlF}_6$	MgCl ₂ eritmasi
Katod massasi oldin	50.0 g	80.0 g
Katod massasi keyin	61.2 g	87.0 g

Talabalarga beriladigan hisob-kitob topshiriqlari:

1. Ajralgan metall massasini amaliy yo'l bilan toping

$$m = m_{\text{katod (keyin)}} - m_{\text{katod (oldin)}}$$

2. Nazariy massa miqdorini hisoblang

$$m_{\text{nazariy}} = \frac{M \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$$

3. Tok unumi (η tok) ni toping

$$\eta_{\text{tok}} = \frac{m_{\text{amaliy}}}{m_{\text{nazariy}}} \cdot 100\%$$

4. Energiyani hisoblang

$$E = U \cdot I \cdot t \quad (\text{J})$$

Yoki:

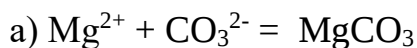
$$E = \frac{U \cdot I \cdot t}{3600000} \quad (\text{kWh})$$

5. Energiya sarfi 1 kg metall uchun

$$E_{1\text{kg}} = \frac{E}{m_{\text{amaliy}}} \quad (\text{kWh/kg})$$

Nazorat uchun savol va masalalar

1. Alyuminiyning tabiatda uchrashi, xossalari va qo'llanilishi haqida ma'lumot bering.
2. 30 kA tokda elektrolitik usulda 20 kg alyuminiy olish uchun qancha vaqt ketadi?
3. Magniy xlorid eritmasidan 5 minut davomida 10 A tok o'tkazilsa, qanday moddalar va qanday miqdorda ajralib chiqadi?
4. Magniyni tabiatda uchrashi, xossalari va qo'llanilishi haqida ma'lumot bering.
5. Quyidagi ion molekulyar tenglamalar bilan ifodalangan uchta molekulyar reaksiya tenglamalarini tuzing:



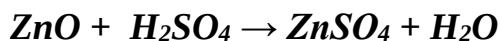
2-AMALIY MASHG'ULOT

RANGLI METALLARNI ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIK JARAYONINI O'RGANISH

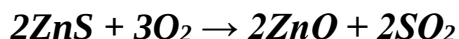
Ishning maqsadi: *Rux va mis elektroekstraksiyasi. Kuchlanish samaradorligi, tok unumi; energiya va materiallar balansi. Elektrolizyori. Elektroliz texnologiyasini*

Nazariy qism

Elektrolit sifatida ruxni madanlardan sulfat kislota ishtirokida ishlov berish natijasida olingan rux sulfatdan foydalaniladi. Ruxli madanlar asosan rux aldamsi **ZnS** dan iborat. Kul rang rux kislotada yomon eriydi shuning uchun u rux oksidi **ZnO** ga aylantiriladi. Rux oksidi oddiy temperaturada xatto sulfat kislotaning kuchsiz eritmalarida ham oson eriydi.



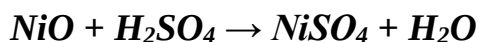
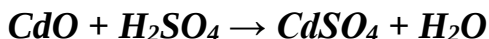
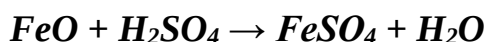
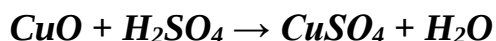
Rux sulfidni eriydigan xolga o'tkazish uchun ruxli konsentrat oksidlovchi modda kuydiriladi. Bunda **ZnS** ni **ZnO** ga aylantirish mumkin.



Kuydirilgan kuyindi-konsentrat tarkibida 100-120 g/l sulfat kislota tutuvchi elektroliz natijasida hosil bo'lgan elektrolit bilan ishqorlanadi. Ishqorlash ikki bosqichda olib boriladi. Birinchi bosqichda kislota ortiqcha olinadi (kislotali ishqorlash). Bunda tarkibida 6 g/l sulfat kislota bo'lgan kuchsiz eritma hosil bo'ladi. Ular ikkinchi bosqichga (neytral ishqorlash) berilib, bu erda ortiqcha kislota to'liq ortiqcha kuyindi bilan neytallanadi shunday ishlash sxemasida madan tarkibidan ko'p miqdorda ruxni ajratib olish imkoni tug'iladi.

Kuyindi agetator-apparatlarida shiddatli aralashtirilib ishqorlanadi. Agitatorlarda yoxud mexanik aralashtirishdan, yoxud maxsus parrakli aralashtirgich yoki, havoli aralashtirgich ("Pachuk" agitatori) yordamida olib boriladi. Bunda havo vertikal markaziy quvur orqali berilib shiddatli aralashtiriladi. Havo yuqoriga quvur bo'ylab harakatlanib, o'zi bilan pulpani ham olib ketadi. Markaziy quvurda ko'p miqdorda gaz bilan to'ldirilib, eritma zichligi uning boshqa xajmiga nisbatan kam bo'lganligi tufayli bu xolat pulpali eritmaning xarakatlanishiga imkon beradi.

Ishqorlash jarayonida eritmaga rux bilan birgalikda bir qancha aralashmalar ham o'tadi, masalan:



Elektroliz uchun olingan eritma nodir metall aralashmalaridan yaxshilab tozalanishi kerak. Eritmani kislotali ishqorlash natijasida uch valentli temir ko'rinishida o'tgan temirdan tozalash uchun u oldindan marganets (IV)-oksidi yordamida temir oksidigacha oksidlanadi. Neytral ishqorlashda temir oksidi temir gidroksidi ko'rinishida cho'kmaga tushadi. Cho'ktirilgan temir gidroksidi mishyak va surmali birikmalarini adsorbilaydi. Nisbatan birmuncha ruxga nisbatan elektromusbat bo'lgan boshqa metallar eritmada rux changi ko'rinishida cho'ktiriladi. Temirning oksidlanishida eritmaga o'tgan marganets zaharli aralashma hisoblanmaydi va elektroliz jarayonida anodda marganets (IV)-oksidigacha oksidlanadi va undan temirni oksidlashda foydalaniladi.

Aralashmalardan tozalangan rux sulfat eritmasi elektrolizga beriladi. Rux sulfatning neytral eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi birmuncha past bo'lib uni oshirish uchun eritmaga kislota ta'sir ettiriladi.

Metallurgiyada mis elektrolizi

Gidroelektrometallurgiya sanoatida misni elektrolitik usul bilan olish hozirgi vaqtda yuqori o'rinda turadi. Mis yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgani sababli metallga bo'lgan talab oshib bormoqda, 50% olingan metall elektrotexnika sanoatiga toza mis (99,9% Su) va mis kukuni olish uchun sarf bo'ladi. 30-40% qotishmalar: latun', bronza, mel'xior, neyzil'bera, konstanta, manganin olish uchun ketadi. Qolgan qismi galvanotexnika, yarim o'tkazuvchilar, qishloq xo'jaligida mikroo'g'itlar sifatida ishlatildi.

Tabiatda Su kam tarqalgan, asosan 80% sulfidlar, 15%-oksidlar, 5% -sof holda uchraydi.

Sanoatda olinadigan mis metali rudalar tarkibida 0,3-3% gacha bo'ladi.

Jarayon asoslari

Gidroelektrometallurgik jarayonlar ikki turga bo'linadi:

-elektrolitik rafinlash – bu pirometallurgiya usulida metall ishlab chiqarishning yakunlovchi bosqichi hisoblanadi. Bunga mis va nikel kabi metallar olishni kiritish mumkin.

-elektrolitik usulda cho'ktirish (elektroekstraksiya)- gidrometallurgik siklning yakunlovchi jarayoni hisoblanadi. Shu yo'l bilan rux, kadmiy va boshqa metallarni olish mumkin.

Elektrolitik rafinlashdan pirometallurgik usul bilan olingan (pechlarda suyultirib) metall tarkibidagi zararli aralashmalardan maxsus tozalash va uning tarkibidagi qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda foydalaniladi. Bu maqsadda qora metall anodlarga quyiladi va yashik ko'rinishidagi elektrolizyorlarda elektrolitik rafinlashga uchratiladi. Eritmaga o'tgan asosiy metall ionlari eritma orqali tok o'tkazilganda qaytariladi va katodda cho'ktiriladi, anod tarkibidagi aralashmalar esa elektrolit tarkibiga o'tkaziladi va u yoki bu usul bilan undan yo'qotiladi, agar erimaydigan bo'lsa shlam holida ajraladi, so'ngra vannadan chiqariladi hamda uning tarkibidagi qimmatbaho metallarni ajratib olish uchun maxsus yo'l bilan qayta ishlanadi.

Elektroekstraksiya gidrometallurgiya sanoatining oxirgi bosqichi bo'lib, bunda ma'dan yoki konsentrat (oldindan ishlov berish, masalan kuydirish) eritiladi yoki ma'lum reagent bilan ishqorlanadi. Aralashmalardan tozalangandan keyin olingan eritma erimaydigan anodli elektrolizyorda elektroliz qilinadi. Bunda metall cho'ktiriladi va qayta suyultirilgandan keyin (rafinlash jarayonidagi kabi) yuqori tozalikka ega bo'lgan mahsulotga aylanadi. Ishlov berilgan elektrolit yana qaytadan ishqorlashga yuboriladi. Shunday qilib, "ishqorlash-elektroliz" yopiq sikli hosil bo'ladi. Elektorafinlash va elektroekstraksiyalash bir- biridan quyidagi jihatlari bilan farq qiladi:

6. Elektorafinlash eruvchan anodlar ishtirokida olib borilganligi uchun vanna shinalaridagi kuchlanish katta qiymatga ega emas va elektrolitik cho'ktirishga nisbatan elektr energiya sarfi unchalik katta bo'lmaydi, chunki

metalni anodda eritish uchun sarflanadigan energiya katodda cho'ktirilayotgan ionlardan ajralayotgan energiya bilan kompensatsiyalanadi.

Elektroekstraksiyalashda esa erimaydigan anodlarda amalga oshiriladigan energiyaning asosiy qismi ajratib olinadigan metall tuzini parchalash uchun sarflanadi. Shu tufayli metalni cho'ktirish uchun energiya sarfi elektrorafinlashga nisbatan 10 marta yuqori bo'ladi.

7. Elektroekstraksiya jarayonida elektrodlarda teskari E.Y.K. hosil qiluvchi qutblanishga olib keluvchi gaz moddalar ajralib chiqadi va ularni bartaraf etish uchun qo'shimcha energiya talab etiladi. Elektrorafinlashda qutblanish katta qiymatga ega bo'lmaydi.

8. Elektroekstraksiyalashda rafinlashga nisbatan birmuncha iflosroq bo'lgan eritmalar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Bu esa cho'kmaning qayta erishiga va buning oqibatida tok va energiya bo'yicha chiqishning pasayishiga olib keladi.

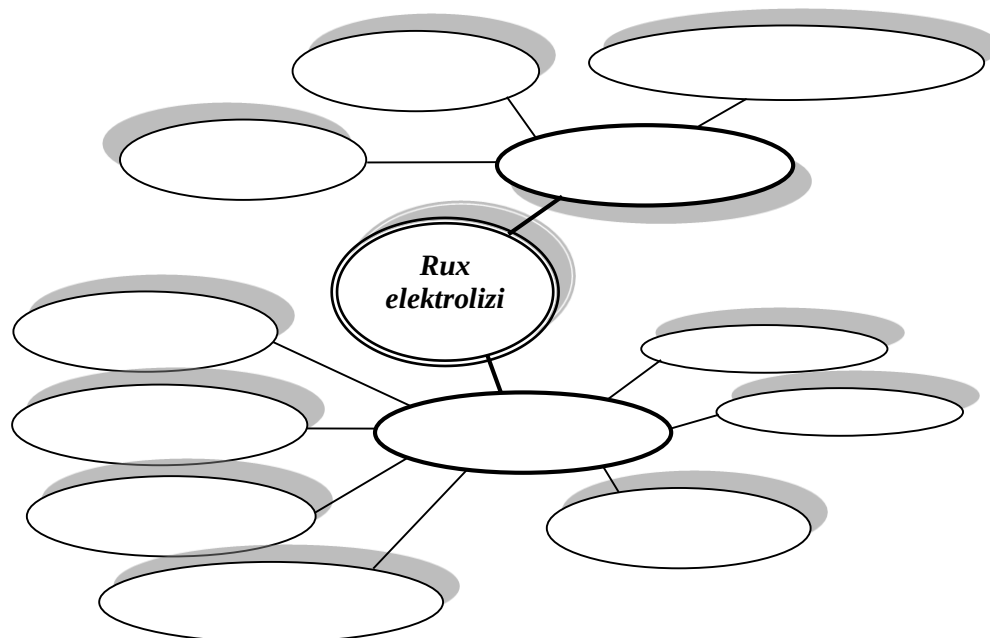
9. Elektrolitik rafinlash jarayonida elektrolitning tarkibi amalda bir xil bo'ladi. Elektroekstraksiyalashda esa elektrolit tarkibidagi cho'ktirilayotgan metall ionlari kamayib boradi va u kislota ionlari bilan boyitiladi. Elektrolit tarkibini doim bir me'yorda ushlab turish uchun vannaga yangi elektrolit quyiladi. Uning miqdori cho'ktirish hisobiga metalning miqdori kamayishi bilan kompensatsiyalanadi.

Gidroelektrometallurgik usullar o'zining bir qancha afzalliklari (metallarning yuqori tozaligi va ularning yuqori darajada ajratib olish va boshqalar) tufayli keng miqyosda tarqalgan. Hozirgi vaqtda bu usullar bilan rux, mis, nikel, oltin, kumush, qalay, qo'rg'oshin, marganes va boshqa metallar olinadi.

KICHIK GURUHLAR UCHUN TOPSHIRIQLAR:

1-guruh uchun topshiriq

1. Hidroelektrometallurgiyani qo'llanish sohalari;
2. Misni elektrolitik usulda olish texnologik bosqichlarini keltiring.
3. Klasterni to'ldiring
"Klaster" metodi

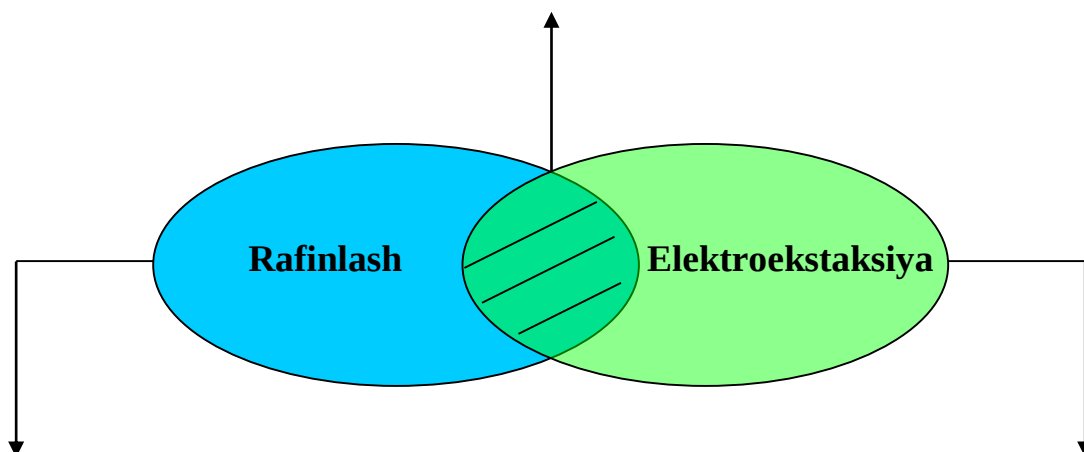


2-guruh uchun topshiriq

1. Hidroelektrometallurgida elektrolit tayyorlash jarayonini bosqichlarini tushuntiring.
2. Ruxni olish uchun qo'llaniladigan elektrodlar haqida ma'lumot bering va elektrolizyorlarning konstruksiyasi (chizmasi).
3. Mis (II) sulfatning 500 ml 0,1 molyarli eritmasidan 19300 Kl elektr miqdori o'tkazilganda, katodda (inert elektrod) necha *gramm* mis ajraladi?

3-guruh uchun topshiriq

1. Ruxni elektrokimyoviy usulda olishning elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayonlar tenglamalarini yozing.
2. Mis (II) sulfatning suvli eritmasini elektroliz qilish jarayonida elektrodlarda sodir bo'ladigan reaksiyalarning elektron tenglamalarini yozing. 1 soat ichida va 4A tok kuchida katodda qancha massa mis va anodda qanday hajmdagi kislorod ajralib chiqadi?
3. Misni elektroekstaksiyasi va rafinlash jarayonini VENN diagrammasi yordamida solishtiring.



TALABALAR UCHUN TOPSHIRIQ:

<i>Mis elektroekstraksiyasi</i> 100 ml 0,5 M CuSO₄ eritmasi tayyorlanadi. - Katod sifatida po‘lat, anod sifatida grafit plastinka ishlatiladi. - Kuchlanish 2,5–3,0 V, tok zichligi 200–300 A/m². - Elektroliz 20 daqiqa davom ettiriladi. - Katodda cho‘kkan metall misni kuzating. Kuzatuv: Katodda qizil-jigarrang metall qatlami hosil bo‘ladi.	<i>Rux elektroekstraksiyasi</i> 100 ml 0,5 M ZnSO₄ eritmasi tayyorlanadi. - Katod sifatida po‘lat plastinka, anod sifatida grafit olinadi. - Kuchlanish 3,0–3,5 V, tok zichligi 300–400 A/m². - Elektroliz 15–20 daqiqa davomida olib boriladi. - Katodda kulrang metall rux cho‘kadi. Kuzatuv: Katod sirtida yaltiroq metall rux qatlami hosil bo‘ladi.
--	---

Hisoblash topshiriqlari:

- Faradey qonuni bo‘yicha ajralgan metall miqdorini hisoblang:

$$m_{\text{naz}} = \frac{M \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$$

bu yerda:

M — metallning molyar massasi,
 I — tok kuchi (A),
 t — vaqt (s),
 n — ion zaryadi soni,
 F — Faradey doimiysi (96500 C/mol).

2. Tok unumi (η) ni aniqlang:

$$\eta = \frac{m_{\text{haqiqiy}}}{m_{\text{naz}}} \times 100\%$$

3. Kuchlanish samaradorligi (ξ) ni aniqlang:

$$\xi = \frac{E_{\text{nazariya}}}{E_{\text{amaliy}}} \times 100\%$$

4. Energiyani sarfini hisoblang:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

5. Materiallar balansini tuzing: kiruvchi (elektrolit, suv, energiya) va chiquvchi (metall, gazlar) komponentlarni jadval shaklida yozing.

Nazorat uchun savol va masalalar

1. **Gidroelektrometallurgiya jarayonlarini bilasiz?**
2. Kuydirish jarayonini tushuntirib bering va turlarini keltiring.
3. Yuvish jarayoni nima?
4. Rudani qayta ishlash nima? Boyitish deganda nima tushiniladi?
5. CuCl_2 tuzining eritmasini mis va grafit elektrodlardagi elektroliz ryeaksiya tenglamalarini yozing.
6. Kuchi 10 A bo'lgan tok ZnSO_4 eritmasi orqali 30 daqiqa davomida o'tkazilgan. Bunda qanch metall ajralib chiqqan?

3-AMALIY MASHG'ULOT

RANGLI METALLAR SIRTINI QOPLASHDAN OLDIN MAXSUS TAYYORLASH USULLARI

Ishning maqsadi: *Rangli metallarni (mis, guruch, alyuminiy, magniy, rux, nikel qotishmalari va h.k.) qoplashdan oldin ularning sirtini to'g'ri tayyorlash, kimyoviy va elektrokimyoviy ishlov berish usullarini o'rganish, hamda qoplama sifatini oshirish.*

Nazariy qism

Rangli metallarni qoplashdan oldin ularning sirtini maxsus tayyorlash

Bir nechta rangli metallar (aluminium, magniy, titan)ga yuqorida ko'rib o'tilgan tayyorlash usullari bilan ular sirtidagi oksidli plyonkaning ancha qalin ekanligi va shu metallarning elektromanfiyliklari katta ekanligi tufayli mustahkam metall qoplama hosil qilib bo'lmaydi.

Aluminiy va uning qotishmalari sirtini metall bilan qoplashdan oldin ularga mexanik, kimyoviy va elektrokimyoviy usullar bilan ishlov beriladi.

Mexanik usulda ularning sirtiga qum purkash yo'li bilan ishlov beriladi, buning natijasida uning sirti g'adir-budur bo'lib qoladi va bu qoplamani asosiy material bilan yopishishini yaxshilaydi.

Kimyoviy usullar bilan ishlov berilganda tabiiy oksid parda o'rniga metall qavat surkash yo'li bilan hosil qilinadi va u metalning asosiy material bilan birikishini yaxshilanishini ta'minlaydi.

Sinkatli ishlov berishdan oldin aluminiyli buyumlar kuchsiz ishqorli eritmalarda yog'sizlantiriladi, 25 % li sulfat kislotada 80 °C haroratda 5 daqiqa davomida yediriladi va suyultirilgan nitrat kislotada rangsizlantiriladi. Tarkibida kremniy miqdori ko'p bo'lgan quyma qotishmalar 3:1 nisbatda olingan nitrat va plavik kislotalar aralashmasida 3-5 sekund davomida yediriladi.

Tarkibidagi natriy ishqori miqdori 400-500 g/l va rux oksidi miqdori 100 g/l bo'lgan sinkatli eritmadan 20-30 °C da 30-60 sekund davomida foydalaniladi.

Tarkibida kremniy va sinkatli eritma ko'p bo'lgan (6-10 %) aluminiyli qotishmalarga ishlov berishda tarkibida 500 g/l natriy ishqori va 100 g/l rux sulfat bo'lgan eritmadan foydalaniladi.

Mayda kristall holdagi sinkatli plyonkani tarkibi quyidagicha bo'lgan eritma bilan ishlov berish natijasida hosil qilinadi: 500 g/l o'yuvchi natriy, 1 g/l temir (III) xloridi, 10 g/l segnet tuzi bo'lgan eritmada 20-30 °S da 20-30 sekund davomida ishlov beriladi.

Sinkatli plyonka tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolitda elektrokimyoviy usulda hosil qilinadi: 180-250 g/l rux ftorborati, 25-30 g/l ammoniy ftorid, 0,5-1,0 g/l solod o'zagi. Bunda jarayon 18-25 °S da $J=1-3 \text{ A/dm}^2$ da 1-3 daqiqa davomida ishlov berilganda 0,2 mkm dan kichik bo'lgan qalinlikdagi qatlam hosil qilinadi. Agar zarurat tug'ilsa, shu elektrolitda $J_a=5-8 \text{ A/dm}^2$ da 8-10 sekund davomida ruxli plyonkani yo'qotish mumkin. Shundan so'ng ishlov berilayotgan detallar katodli qutblantiriladi va rux qavati qalinligi 5 mkm ga yetkaziladi.

Aluminiy va uning qotishmalarida nikelning kontaktli plyonkasini ham hosil qilish mumkin. Aluminiyni kontaktli nikellash tarkibida 70 % ortofosfat kislota va 15 g/l nikel xloridli eritmalarida 18-25 °C da 2 daqiqa davomida olib boriladi.

Kontaktli nikelni A-00, AMg-3, V-95, AMs, AL-9, D-16 rusumli aluminiylarga surkash mumkin. Nikel kontaktli plyonkani turli xil kimyoviy nikel, mis, kumushli metall qotishmalariga surkash mumkin. Aluminiy va uning qotishmalari sirtini elektrokimyoviy usulda tayyorlashda elektrolitga natriy ftorid va kaliy persulfat qo'shiladi. Ftorid katodning aktivligini oshiradi va hosil bo'lgan aluminiy ionlarini alyumoftoridli kompleks ko'rinishida bog'laydi. Persulfat kontaktlovchi metalning ajralib chiqishiga xalaqit beradi va shu bilan birgalikda harorat ortishi bilan qoplamaning hosil bo'lishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Elektrolit tarkibi quyidagicha bo'ladi: 200 g/l nikel sulfat, 25 g/l borat kislota, 2 g/l natriy ftorid, 2 g/l kaliy persulfat. Ishlov berish rejimi: $t=50 \text{ }^\circ\text{C}$, tokning katodli zichligi $J_k=1-2 \text{ A/dm}^2$, $\text{pH}=4,5-5,4$.

Qoplamaning aluminiyli asos bilan birikishini yaxshilash uchun 30 daqiqa davomida termik ishlov beriladi. Aluminiy va uning qotishmalarini nikellashni kimyoviy nikellash eritmalarida ham olib borish mumkin. Qoplashdan oldin detallar kuchsiz ishqoriy muhitda yog'sizlantiriladi va uzoq vaqt (30 daqiqa) 3-5 % li xlorid va sulfat kislota eritmalarida aktivlashtiriladi.

Aluminiyni bevosita kimyoviy nikellash uchun ham ishqoriy, ham kislotali

elektrolitlardan foydalanish mumkin. Nikel qoplamali aluminiy buyumlarga 90-120 daqiqa davomida 180-200 °S haroratda termik ishlov beriladi.

Galvanik qoplamalarni oldindan anodlangan aluminiy va uning qotishmalariga ham surkash mumkin. Qoplamaning asos bilan birikishini yaxshilash uchun anodlashdan oldin u 15 % li xlorid kislota yoki tarkibida 15 % xlorid kislota va 1 g/l konsentratsiyali natriy ftorid bo'lgan eritmada oldindan yediriladi. Aluminiy va uning qotishmalarini galvanik qoplashdan oldin ular 250-350 g/l li fosfat kislota eritmasida anodlashtiriladi. Jarayon 18-35°C da, $J_a=1,3-1,5 \text{ A/dm}^2$, $U=15-20 \text{ B}$, 10-15 daqiqa davomida olib boriladi.

Magniy va uning qotishmalarini tayyorlash ishlov berilayotgan sirtga ruxning kontaktli plyonkasini surkashga tayyorlashdan iborat. Ma'lumki, magniy va uning qotishmalari ishqorda erimaydi, shu sababli rux pirofosfat eritmasidan foydalanilganda oksidli plyonka yo'qotiladi va aluminiyda sinkatli ishlov berishdagiga nisbatan 100 marta yupqa plyonka hosil qilinadi.

Kontaktli qatlam hosil qilishdan oldin magniy va uning qotishmalari yaxshilab yog'sizlantiriladi va yediriladi. Yedirish uchun kerakli eritma magniyli qotishma tarkibiga qarab tanlanadi.

Quyma magniyli qotishmalar konsentrlangan fosfat kislota yoki tarkibida 280 g/l xrom angidrid, 25 ml/l nitrat kislota va 8 ml/l plavik kislotali eritmada xona haroratida 0,25-3,0 daqiqa davomida yediriladi. Ishlov berilayotgan sirtni to'la va me'yorda qoplash uchun yedirilishdan keyin u yuvilgach, tarkibida 250 g/l fosfat kislota, 100 g/l kaliy diftorid bo'lgan eritmada hona haroratida 2 daqiqagacha aktivlashtiriladi.

Kontaktli rux qatlami tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmada hosil qilinadi: 40-45 g/l rux sulfat, 180-210 g/l natriy pirofosfat, 7-8 g/l kaliy ftorid, 5 g/l natriy karbonat. Jarayon $\text{pH}=10-10,5$ da va $t=80-90^\circ\text{C}$ da 3,5 daqiqa davomida olib boriladi. Bu eritmani tayyorlash uchun ishchi idishda xona haroratida rux sulfat eritiladi va 80 °S gacha qizdiriladi, so'ngra unga ohista aralashtirib turgan holda hisoblangan miqdorda natriy pirofosfat qo'shiladi. Alohida olingan idishda tayyorlangan kaliy ftorid va natriy karbonat eritmalaridan qo'shish bilan eritma pH i kerakli qiymatga yetkaziladi.

Magniy va uning qotishmalarini xromlashda uning detalga birikishini yaxshilash uchun tarkibi quyidagicha bo'lgan mis sianidli elektrolitdan surkaladi: 40 g/l mis sianid, 50-55 g/l natriy sianid, 6-8 g/l natriy ishqori, 25-30 g/l natriy karbonat. Jarayon 65-70°C da pH=12,2-12,8 da olib boriladi. Buyumlar mislash vannasiga osib qo'yiladi, dastlabki 25-30 °C da $J_k=3-5 \text{ A/dm}^2$ tok zichligida ushlab turiladi va 3-10 mkm qalinlikdagi qoplama hosil bo'lganicha tok zichligini $J_k=1,5-2 \text{ A/dm}^2$ gacha pasaytirib boriladi.

Metall qoplama bilan qoplashdan oldin titan va uning qotishmalari sirtini tayyorlashning gidridli usuli ko'proq tarqalgan. Uning mohiyati titan va uning qotishmalarini sulfat, xlorid, nitrat va plavik kislotalar aralashmasida yedirishdan iborat. Bunda ishlov berilayotgan sirtida qora rangli gidridli plyonka hosil bo'ladi va uzoq vaqtgacha sirtni aktiv holda saqlab turadi. Gidridli plyonka faqat α -fazali titanning bir fazali qotishmalarida hosil bo'ladi. Gidridli usulda sirtni tayyorlashda ishlov berilayotgan buyum sirti yog'sizlantiriladi va yediriladi. Tarkibida 200 ml/l nitrat va 20 ml/l plavik kislota tutuvchi elektrolit eritmasi yaxshi natija beradi. Xona haroratida gidridli plyonka quyidagi eritmalaridan birida hosil qilinadi:

1) 800 ml etilenglikol, 200 ml plavik kislota va 100 ml rux ftorid. Jarayon quyidagi rejimda olib boriladi: $J_a=5 \text{ A/dm}^2$, $U=18 \text{ B}$, $t=20-25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau=5-10$ daqiqa.

2) 410-435 ml xlorid kislota eritmasida 3-4 soat davomida olib boriladi.

Titan sirtida gidridli plyonka hosil bo'lgandan keyin titan sirtiga misli va xromli qoplama surkash mumkin. Mislash uchun 3-5 mkm li yupqa mis qatlami surkaladi. Bu qatlam sianidli va pirofosfatli mislash elektrolitlari yordamida hosil qilinadi. Shundan keyin mis qatlamli titan buyumlarga 400-500°C da 10-20 daqiqa davomida termik ishlov beriladi, so'ngra sirt aktivlashtiriladi va misning asosiy qatlami istalgan elektrolitda hosil qilinadi.

Titan standart xromlash elektrodida 70 °S da xromlanadi. Detallar vannaga yuklanib, boshlang'ich 100 A/dm² tok zichligida 5 daqiqa ushlab turiladi, so'ngra u asta-sekin 25-30 A/dm² gacha pasaytirib boriladi.

Titan sirtini tayyorlashning boshqa usulida unga rux, nikel, kobalt kontaktli metall plyonkalari surkaladi.

Kontaktli nikellashdan oldin titanli buyumlarga korund purkaladi yoki qum purkash yo‘li bilan ishlov beriladi, so‘ngra 50 % li nitrat va 25 % li plavik kislotalar aralashmasida xona haroratida 15-60 sekund davomida yediriladi.

Kontaktli nikellash tarkibi quyidagicha bo‘lgan eritmada olib boriladi: 20-30 g/l nikel sulfat (xlorid), 10-15 g/l aminosirka kislota, 5-15 g/l kaliy ftorid. Jarayon 5 daqiqa davomida pH=3 bo‘lganda xona haroratida olib boriladi.

Kontaktli nikelli plyonka surkalgandan keyin titanli buyumlar sirtiga galvanik yoki kimyoviy nikel qoplama, so‘ngra zarurat tug‘ilsa boshqa qoplama turlari cho‘ktiriladi.

3.1-jadvalda bir nechta rangli metallarni galvanik qoplama bilan qoplashga tayyorlashning asosiy jarayonlari ko‘rsatilgan.

3.1-jadval

Asos metali	Qoplama	Yedirish eritmasi	t, °C	τ, daq.	Izoh
Beril-liy	Turli metallar bilan qoplash	100 % HNO ₃	15-25	1-2	-
Vol-fram	Turli metallar bilan qoplash	150-200 g/l NaOH	15-25	5-10	Chastotasi 50 kGs va zichligi 100-200 A/dm ² bo‘lgan o‘zgarmas tokni qo‘yishda. Elektrodlar nikelli plastinkadan tayyorlanadi. Mislashdan oldin yupqa nikelli (xloridli elektrolitlardan) yoki xromli qatlami surkaladi.
Molib-den	Turli metallar bilan qoplash	150-200 g/l NaOH	15-25	5-10	Jarayonning sharoiti yuqoridagidek bo‘ladi. Mislashdan oldin J _k =5-6 A/dm ² , t=40-50 °C da xloridli elektrolit (250 g/l NiCl ₂ *6H ₂ O, 180-200 ml/l HCl) dan nikelli qatlam surkab chiqiladi.
	Mis nimqatlami asosida boshqa qoplamalarni cho‘ktirish yoki misli kavsharlash	160-180 g/l H ₂ SO ₄ , 50-60 g/l HF	15-25	5-10	Mislash sianidli elektrolitda olib boriladi.
	Ruteniylash	50 % H ₂ SO ₄	60-70	20-30	-
Niobiy	Nikellash	50 % HNO ₃ , 50 % HF	15-25	1-2	Jarayon 20-60 sekund davomida J _k =20-60 A/dm ² da xloridli elektrolitda olib boriladi.
Tantal	Kontaktli mislash	100-150 g/l HNO ₃ , 30-40 g/l HF	15-25	0,3-0,5	Mislash 1-2 daqiqa davomida 50±10 °C da tarkibi quyidagicha bo‘lgan eritmada

					olib boriladi (g/l): (60-80) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, (30-50) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, (400-500) HF, (30-50) NaCl, (1-2) KJ
	Turli metallar bilan qoplash	Massa bo'yicha 20-35 % HF	15-25	0,5	Oksidli plyonka $J_a=2 \text{ A/dm}^2$ da anodda oldindan elektrolitik usulda yo'qotiladi, keyin xloridli elektrolitdan nikelli qoplama surkaladi.
Toriy	Turli metallar bilan qoplash	Massa bo'yicha 15 % H_2SO_4	25-30	5	Qoplash uchun $\text{pH}<4$ tarkibli xloridli elektrolitlardan foydalanish tavsiya etilmaydi.
Uran	Nikellash	50 % H_3PO_4 , 2% HCl	40	40	Yedirilish anodda $J_a=0,8-1,0 \text{ A/dm}^2$ da olib boriladi. Nikellash tarkibi quyidagicha (g/l) elektrolitda: (70) $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, (5,5) NH_4Cl , jarayon $J_k=3 \text{ A/dm}^2$, $t=25-40^\circ\text{C}$, $\text{pH}=3,5-5,5$ da olib boriladi.

3.1.Sirt tayyorlashning ahamiyati

- Qoplamaning metallga yopishishini ta'minlaydi.
- Korroziyaga chidamlilikni oshiradi.
- Qoplamaning bir tekisligiga va mustahkamligiga ta'sir qiladi.

2.2. Asosiy bosqichlar

1. **Mexanik ishlov berish** – sirtini tekislash, zarralar va oksid qatlamlarini olib tashlash (ishqalanish, jilvirlash, sayqallash).
2. **Kimyoviy yog'sizlantirish** – organik yog', smola va iflosliklarni erituvchilar yoki ishqoriy eritmalar bilan yo'qotish.
3. **Elektrokimyoviy yog'sizlantirish** – metallni anod yoki katod qilib elektrolitik yog'sizlantirish (ishqoriy elektrolitda).
4. **Kimyoviy yoki elektrokimyoviy pickling (o'yish)** – oksid qatlamini, koroziya mahsulotlarini olib tashlash uchun kislota eritmalarida ishlov berish.
5. **Aktivlashtirish** – passivlangan yoki oksidlangan sirtini maxsus aktivlashtiruvchi eritmalar bilan ishlov berib qoplamaga tayyorlash.
6. **Yuvish va quritish** – har bir bosqichdan so'ng metallni distillangan suvda yuvish, quritish.

Metall turi	Yog'sizlantirish	O'yish (pickling)	Aktivlashtirish
Mis, guruch, bronza	Ishqoriy eritmada elektrolitik yog'sizlantirish ($\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{CO}_3$)	5–10% H_2SO_4 yoki HCl	Sulfatli yoki sianidli eritma bilan qisqa ishlov
Alyuminiy va	Neytral yoki ishqoriy	NaOH (2–5%) eritmasida	Nitrat yoki sulfatli

Metall turi	Yog'sizlantirish	O'yish (pickling)	Aktivlashtirish
qotishmalari	eritmada (Na_2CO_3)	qisqa muddat (dezoksidatsiya)	aktivlashtiruvchi eritmalar
Rux	Yumshoq ishqoriy eritmada	10% NH_4Cl yoki 5% HCl eritmasida	Siyanidli yoki nitratli eritma bilan ishlov

Amaliy mashg'ulot tartibi

Ishlanadigan rangli metall namunalarini tayyorlab oling.

1. **Yog'sizlantirish:** namunani mos ishqoriy yoki neytral eritmaga botiring (5–10 daqiqa).
2. **Yuvish:** distillangan suv bilan yuvib tashlang.
3. **O'yish:** jadvalga muvofiq mos kislota yoki ishqoriy eritmada qisqa muddatli ishlov berish.
4. **Aktivlashtirish:** passiv qatlamni olib tashlash uchun maxsus eritmaga botirish (30–60 soniya).
5. Yana distillangan suv bilan yuvib, quriting.
6. Metall qoplash jarayoniga o'ting.

Nazorat uchun savollar:

1. Metall sirti qoplash jarayonidan oldin qanday usullarda tozalanadi?
2. Vibrokimyoviy ishlov berishni tushuntiring.
3. Kimyoviy yog'sizlantirishda qanday erituvchilardan foydalaniladi?
4. Rangli metallar va ularning qotishmalarini yog'sizlantirishda qanday eritmalaridan foydalaniladi?
5. Metallarni yog'sizlantirishda qanday kompozitsiyalardan foydalanishni tavsiya etish mumkin?
6. Elektrokimyoviy yog'sizlantirish rejimini ko'rsating.
7. Ultratovushli yog'sizlantirish qanday sharoitlarda olib boriladi?
8. Qora metallarni yedirishda qaysi eritmalaridan foydalanish maqsadga muvofiq?
9. Rangli metallarni yedirish rejimlarini ko'rsating.
10. Metall sirtini aktivlashtirish nima maqsadda olib boriladi?
11. Rangli metallar sirtini qoplashdan oldin maxsus tayyorlash jarayonlari qanday amalga oshiriladi?

4-AMALIY MASHG‘ULOT

KIMYOVIY TOK MANBALARI. GALVANIK ELEMENTNI YIG‘ISH VA ISH PRINSIPINI O‘RGANISH

Ishning maqsadi: Rangli metallarni (mis, guruch, alyuminiy, magniy, rux, nikel qotishmalari va h.k.) qoplashdan oldin ularning sirtini to‘g‘ri tayyorlash, kimyoviy va elektrokimyoviy ishlov berish usullarini o‘rganish, hamda qoplama sifatini oshirish.

Nazariy qism

Hozirgi kunda kimyoviy tok manbalarining yaratilish va rivojlanish tarixi italʼyan olimlari L.Galvani va A.Volta nomi bilan bog‘liqdir. 1791 yil A.Galvani tasodifan elektrokimyoviy zanjir(elektrolit vazifasini baqa tuqimalarining fiziologik eritmasi uynagan)tuzib, “jonli elektr” g‘oyasini ilgari surgan. L. Galvani kashf qilgan «jonli elektr»ga qiziqib qolib, bu borada tajribalar o‘tkazgan A.Volta 1800 yilda birinchi o‘zgarmas tok manbai - Volta ustunini kashf qilgan, har xil metallar bir-biriga tekkanda elektrlashib qolishini aniqlagan va ular orasida paydo bo‘ladigan kuchlanish qiymati bo‘yicha joylashtirib chiqqan. Elektr kuchlanish birligi (volt) Volta nomi bilan atalgan. Bu rux va mis elektrodlaridan iborat birinchi kimyoviy tok manbai edi (A.Volta batareyasi).

A.Volta ixtirosi katta ilmiy shov-shuvga sabab bo‘ldi. Bu kashfiyot natijasida ko‘pgina kimyoviy moddalar bilan elektr toki o‘rtasida bog‘liqlik borligi aniqlandi. 1800 yilning o‘zida E.Karleyl va U.Nikolson suvni vodorod va kislorodga parchalanishini kuzatgan. 1801 yilda rus tabiiy fanlar ixtirochisi A.A.Musin-Pushkin Peterburg fanlar akademiyasi yig‘ilishida Volta ustunini kimyoviy tajriba asosida namoyish qilgan. 1802 yilda nemis olimi Djoan Vilgelm Ritter (1776-1810) quruq galvanik elementni, 1803 yilda esa elektr akkumulyator batareyasini kashf etgan. G.Devi (1807) nam gidroksid bo‘laklari orqali galvanik tok o‘tkazib, birinchi marta metall natriy va kaliyni ajratib olgan. O‘sha kunlarga qadar elektr toki ta’sirida suvli eritmalaridan mis, rux, kumush va oltin ajratib olingan(L.Brunyatelli va boshqalar). Keyinchalik tok manbalarining rivojlanishi Volta elementini takomillashtirish hamda yangi elektrokimyoviy tizimlarni topish bilan bog‘liq bo‘ldi.

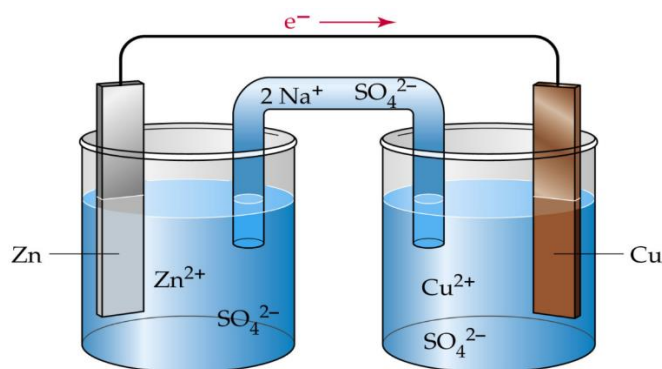
Galvanik toklarni xossalarini o'rganish shunday natijalarga olib keldiki, elektr to'g'risidagi ta'limotni yangi asrini boshlanishiga sabab bo'ldi. X.Ersted(1820) elektr tokini magnit ta'sirini e'lon qilgan, G.Om(1825) zanjirda kuchlanishni tok kuchiga to'g'ri bog'liqligini aniqlagan, A.Amper(1826) elektrodinamikaning nazariy asoslarini ishlab chiqqan, M.Faradey elektromagnit induksiya xodisasi(1831) va elektroliz qonunlari(1833-1834)ni ochgan, D.Djoul(1841-1843) elektr tokining issiqlik ta'siri bo'yicha ishlarini nashr qilgan. Shunday qilib, bu va boshqa ilmiy natijalar ikkita yo'nalish- elektrokimyo va elektrotexnika sohasini paydo bo'lishiga asos bo'ldi.

Galvanik elementlar. Agar ikki metall (yoki qattiq modda) elektrolit eritmasiga tushirilsa, bu metallar orasida potentsiallar ayirmasi vujudga keladi. Bunday metallar **elektrodlar** deyiladi. Agar bironta metal tuzining eritmasi solingan bitta idishga o'sha metal plastinkasi, ikkinchisiga esa boshqa metal tuzi eritmasi solinib, unga ikkinchi tuz tarkibidagi metal plastinkasini tushirib olib, bu ikki eritmani neytral muhit hosil qiluvchi umuman boshqa metal tuzi eritmasi solingan trubka bilan birlashtirilsa, plastinkalarga ulangan o'lchash asbobi tizimda elektr toki borligini ko'rsatadi. Bu tizim **galvanik element** deb nomlanadi.

Kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirish uchun xizmat qiladigan qurilmalar **galvanik elementlar hisoblanib**, ishlash prinsipi metallarning boshqa metallarni ularning tuzlaridan siqib chiqarish reaksiyasiga asoslangan.

Daniel-Yakobi galvanik elementi. Bunda elektronlar aktiv metallardan (Zn) noaktiv metallga (Cu) tomon yo'naladi. Agar elektrolit eritmalar o'zaro birlashtirilmasa, pyx sulfat eritmasida musbat zaryadlangan Zn ionlari, mis sulfat eritmasida manfiy zaryadlangan SO_4^{2-} ionlari to'planadi, bu esa protsessning davom etishiga qarshilik ko'rsatadi. Shuning uchun ikkala idishdagi eritmalar elektrolit eritmasi bilan to'ldirilgan naycha yoki yarim o'tkazgich to'siq yordamida tutashtiriladi (4.1-rasm). Bu bilan Zn^{2+} kationlari va SO_4^{2-} anionlarining bir idishdan 2-chi idishga diffuziyalanishi ta'minlanadi va natijada oksidlanish-qaytarilish protsessi davom etadi:

$$\text{Zn}^0 + \text{Cu}^{2+} = \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}^0$$



4.1-rasm. Daniel-Yakobi galvanik elementi

Respublikamizda kimyoviy tok manbalarining rivojlanishi

Jizzax «UzEXSAYD» qo‘shma korxonasi 1998 yilda «Jizzax akkumulyator» aksiyadorlik jamiyati negizida O‘zbekiston-AQSH hamkorligida 147 mln. AQSH dollari ustav fondi bilan tashkil etilgan. 2001 yil oxirida Jizzax shahrida ishga tushirildi. Yillik loyiha quvvati 1,0 mln. dona har xil turdagi akkumulyatorlar. Keyinchalik “Jizzax akkumulyator zavodi” AJga aylantirildi. Agar zavodni tarixiga bir nazar solsak, 2003 yildan boshlab zavodda innovatsion texnologiyaga asoslangan kam xizmat ko‘rsatiladigan avtomobillar uchun starter batareyalari, 2005 yildan boshlab esa xizmat ko‘rsatilmaydigan akkumulyatorlar ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yildi. 2006 yilda zavod ISO 9001:2000 standarti bo‘yicha sifat menejmenti tizimi sertifikatini oldi. 2007 yil “Golden trophy for quality” va “European Quality” mukofotini sovrindori bo‘ldi. 2012 yilda esa ISO/TS 16949:2009 bo‘yicha sifat menejmenti tizimi sertifikatiga ega bo‘ldi.

Hozirgi kunda zavod Expanded metal texnologiyasini qo‘llash orqali eng zamonaviy talablarga javob beradigan sig‘imi 35 A·soat dan 190 A·soat gacha bo‘lgan xizmat ko‘rsatilmaydigan kalısiyli batareyalar ishlab chiqarmoqda.

Bugun O‘zbekistonni iqtisodiyoti eng ilg‘or texnologiyalar asosida jadal rivojlanib borayotgan davlat sifatida butun dunyo yaxshi biladi. Mamlakatimizning ulkan ilmiy-texnik va ishlab chiqarish solohiyati tobora yuksalib barayotir. O‘zbekiston Respublikasi Birinchi Prezidentining 2013 yil 13 martda qabul qilingan “Jizzax maxsus

industrial zonasini barpo etish to‘g‘risida”gi Farmoni hamda 2015 yil 4 martdagi “2015-2019 yillarda ishlab chiqarishni tarkibiy o‘zgartirish, modernizatsiya va diversifikatsiya qilishni ta’minlash bo‘yicha chora-tadbirlar dasturi to‘g‘risida”gi Farmoni mamlakatimizda amalga oshirilayotgan ishlab chiqarishni yangilash va innovatsiya texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha uzluksiz jarayonning mantiqiy davomi bo‘ldi. Davlatimiz rahbarining ushbu Farmonlariga muvofiq, hozirgi kunda Jizzax akkumulyator zavodini texnologik modernizatsiya qilish ishlari uzluksiz davom etmoqda.

Kimyoviy tok manbalarining umumiy tavsifi

Kimyo fanini rivojlanishi insoniyatni issiqlik va elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojini qondirish yo‘lida turli istiqbolli yo‘nalishlarni ochib berdi, shunday yo‘nalishlardan biri kimyoviy tok manbalaridir.

Kimyoviy tok manbalari deb shunday elektrotexnik qurilmaga aytiladiki, bunda kimyoviy oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari natijasida hosil bo‘layotgan energiya to‘g‘ridan to‘g‘ri elektr energiyasiga aylanadi. KTM ning tashqi zanjirga energiya berayotgan jarayoni **zaryadsizlanishi (razryad)** deb ataladi.

Faqat bitta elektrokimyoviy yacheykadan iborat KTM – **galvanik element** deb hisoblanadi. U alohida elektr energiyasi manbai yoki batareyaning asosiy qismi hisoblanadi. Demak galvanik batareya ikki yoki undan ortiq galvanik elementlarning ketma-ket yoki yonma-yon ulab, yagona korpusga joylashtirib, umumiy tok o‘tkazgichlari bilan ta’minlangan qurilmasidir.

KTM tuzilishi jihatidan ular turli xil, lekin barchasining asosiy tashkil qiluvchilari ikkita elektrod va ular orasidagi elektrolitdan iborat bo‘ladi. Elektroddagi elektrokimyoviy (oksidlanish yoki qaytarilish) reaksiyalari qattiq fazali elektrod bilan suyuq fazali elektrolitlar o‘rtasidagi chegarada sodir bo‘ladi.

Elektrodlarning tarkibiga elektron o‘tkazgichlardan tashqari qattiq qo‘shimcha reagentlar reaksiyada ishtirok etuvchi (oksidlovchi, qaytaruvchi) – faol moddalar ham kiradi. O‘sha faol moddalar elektrolit bilan birga elektrkimyoviy tizimni xosil qiladi:

(–) faol modda | elektrolit | faol modda (+)

Elektrod tarkibidagi faol moddalar va elektrolit kimyoviy formulalar orqali belgilanadi. Manfiy elektrodning faol moddasi bo‘lib, o‘zidan elektron beruvchi qaytaruvchilar hizmat qiladi. Zaryadsizlanish vaqtida manfiy elektrod anod hisoblanadi, ya’ni oksidlanish jarayoni sodir bo‘ladi. Musbat elektrodning faol moddasi bo‘lib, elektron qabul qiluvchi oksidlovchilar hizmat qiladi. Zaryadsizlanish davomida musbat elektrod katod hisoblanib, unda qaytarilish jarayoni sodir bo‘ladi.

Elektrodning elektron o‘tkazuvchisi materialining KTM xususiyatlariga ta’siri sezilarli darajaga etganda, elektrokimyoviy tizimni belgilashda, faol moddaning formulasi yonida qavs ichiga, uni ko‘rsatib o‘tish maqsadga muvofiqdir. Masalan, platinali katalizator – elektrodli kislorod – vodorodli yonilg‘i elementi quyidagicha yoziladi:



Muvozanat potentsiallarining qiymatlari Nernst tenglamasi orqali hisoblab topiladi:

$$E_M = E_0 - (RT/nF) \ln(a_i V_i) = E_0 - (RT/nF) \sum \ln a_i V_i \quad (1.1)$$

Bu erda E_0 – standart elektrod potentsiali;

a_i – elektrod reaksiyasi qatnashchilarining aktivligi;

V_i – reaksiya qatnashchilarining stexiometrik soni.

$Ox + ne \rightarrow Red$, ko‘rinishida yozilgan reaksiya uchun $V_i < 0$ xom-ashyolar uchun, va $V_i > 0$ reaksiya maxsulotlari uchun bo‘ladi.

Qator elektrodlar uchun muvozanat emas, zaryadsiz potentsiallarining kompromiss qiymatlari qutblanmagan elektrodda o‘zgaruvchan elek-trokimyoviy reaksiyalarda namoyon bo‘ladi. Quyidagi faolsizlanayotgan metallar (Mg, Al, Ti) uchun kompromiss va muvozanat potentsiallari o‘r-tasidagi farqning katta ekanligi xarakterlidir. Kislorodli, gidrazinli, metanolli, oksid-marganetsli elektrodlarda muvozanat potentsialini aniqlab bo‘lmaydi.

Turli moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari qiymatlarini taqqoslaganda, kisloroddan boshqa barcha oksidlovchilar uchun, faol mod-dalarning nazariy sarflanishi yuqori ekanligi aniqlandi. Qaytaruvchilar ichida eng kichik elektrokimyoviy ekvivalent vodorodga to‘g‘ri kelsa, kichik nazariy sarflanish esa

metanol, gidrazin, magniylarga to'g'ri keladi. Ko'rsatilgan xolatlariga ko'ra kimyoviy tok manbalarini yaratishda shu faol moddalar va kislorodlarni qo'llanilishi maqsadga muvofiqdir.

Kimyoviy tok manbalar faol moddalarining suvli eritmalarida termodinamik turg'unligi muhim rol uynaydi. Ko'pgina ko'rib o'tilgan elektrodning potentsiallari suvning termodinamik turg'unligi oralig'idan tashqarida ekanligi uchun, bunday elektrodni suvli eritma bilan birga saqlash davomida, ular vodorod yoki kislorod chiqarib zaryadsizlanishlari mumkin. Ammo barcha ko'rib o'tilgan elektrodlar kimyoviy tok manbalari yaratishda qatnashadi, chunki ularning o'z-o'zidan zaryadsizlanish reaksiyalari tezliklari iloji boricha pasaytiriladi yoki ularni saqlash davomida elektrolitni chiqarib qo'yish usullari qo'llaniladi.

Qo'llanilayotgan faol moddaning xolatiga qarab qattiq, suyuq, yoki gazsimon elektrodlar (elektrod-katalizatorlar yoki inert elektrodlar) ga bo'linadi. Ishlash qobiliyatini oshirish maqsadida, ba'zi qattiq elektrodlar, ularning faolligini oshiruvchi boshqa moddalar bilan aralashmalar xolida ishlatiladi.

Faollovchi qo'shimchalar sifatida quyidagi moddalar ishlatilishi mumkin: - elektr o'tkazuvchi qo'shimchalar (metall, ko'mir, grafit kukunlari);

- turli bog'lovchilar (karboksimetilsellyuloza, ftoroplast, polietilen, polipropilen va xokazolar);

- kengaytiruvchilar – elektrodning yuqori xaqiqiy yuzasini saqlovchi, faol modda donachalarining rekristallizatsiyaga uchrashini oldini oluvchilar;

- korroziya ingibitorlari (kukunsimon metall elektrodlar uchun);

- faollashtiruvchi qo'shimchalar – faol moddalarning ishlash qobiliyatini oshiruvchilar va boshqalar.

Elektrodi suyuq yoki gazsimon reagentlardan tayyorlangan elementlarda elektrod materiali sarflanmaydi, faqat tok etkazib beruvchi va katalizatorlik vazifalarini bajaradi xalos.

Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanishni nazariy asoslari.

Kimyoviy tok manbalari shunday qurilmalarki, ularda bir-biridan fazoviy ajratilgan yuzalarda oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarining erkin energiyasi elektr energiyasiga aylanadi.

Tok manbalari xususiyatlariga ko‘ra ikki sinfga bo‘linadi.

- Tokning birlamchi kimyoviy manbalari yoki galvanik elementlar.
- Ikkilamchi manbalar yoki elektr akkumulyatorlar.

Birlamchi tok manbalari bir marta ishlatiladi, tok hosil bo‘lishida sarf bo‘ladigan kimyoviy reagentlar qaytadan boshlang‘ich mahsulotga aylanmaydi. Tok hosil qilib bo‘lgan galvanik element qayta ishlash qobiliyatiga ega emas, shuning uchun bular qaytmas energiya manbai deb ataladi.

Ikkilamchi tok manbalari qaytar energiya manbai bo‘lib, qayta zaryadlansa kimyoviy reaksiya vaqtida hosil bo‘lgan moddalar yana boshlang‘ich moddaga o‘tib, reaksiyada yana ishtirok etib energiya hosil qiladi. Bu jarayonni bir necha marta qaytarish mumkin.

Elektrokimyoviy sistemadan elektr toki o‘tganda kimyoviy reaksiya sodir bo‘ladi (qaytar reaksiya). Shuning uchun elektrokimyoviy reaksiyalarda ishtirok etgan moddalar, reaksiya natijasida hosil bo‘lgan moddalarva sarf bo‘lgan elektr miqdori orasidagi bog‘liqlikni Maykl Faradey o‘rgangan.

Faradeyni birinchi qonuniga asosan reaksiya natijasida hosil bo‘lgan modda massasi (Δm) sistema orqali o‘tgan tok miqdorigacha to‘g‘ri proporsional

$$\Delta m = K_e q = K_e I t \quad (1)$$

I – tok kuchi, t – vaqti, K_e – proporsionallik koeffitsenti elektrokimyoviy ekvivalentlik deyilib, vaqt birligi ichida sistema orqali 1 elektr zaryad birligi o‘tganda reaksiyaga kirishgan modda miqdorini bildiradi.

Faradeyning II qonuniga asosan, elektrokimyoviy sistemadan bir xil miqdorda elektr toki o‘tganda reaksiyaga kirishuvchi moddalarning miqdori shu moddalarning ekvivalentlariga (A) proporsionaldir

$$\Delta m_1/A_1 = \Delta m_2/A_2 = \text{sonst.} \quad (2)$$

Faradey qonuniga ko‘ra elektrokimyoviy jarayonlardamodda miqdoriozmiqdordao

‘zgaradi, chunki birlamchi va ikkilamchi reaksiyalar bir vaqtda ketadi. SHuning uchun elektrokimyoviy reaksiyalarda **tok bo‘yicha chiqishi** kattaligi kiritilgan.

Tok bo‘yicha chiqish **B_m –elektrokimyoviy reaksiya borishi uchun** sistemadan o‘tgan elektr miqdoridir.

$$B_m = (q_i / \Sigma q_i) 100 \% \quad (3)$$

bu erda

q_i – asosiy reaksiya uchun ketgan elektr miqdori

Σq_i – sistemadan o‘tgan umumiy elektr miqdori.

Akkumulyator batareyalarining vazifalari.

Batareyalarning asosiy vazifasi – dvigatelni ish holatiga keltirish ya’ni harakatga keltirish, ikkinchi vazifasi ishlab turgan dvigatelda energetik bufer hosil qilishdir. Bular qatoriga yana bir qancha: haydovchi uchun qulay sharoit, harakat xavfsizligini ta’minlash vazifalari ham yuklatilgan. Batareyalarning uchinchi vazifasi – ish holatida bo‘lmagan dvigatelni energiya bilan ta’minlashdir.

Dvigatel to‘xtab turgan vaqtda elektr asboblardan foydalanganda batareyaning zaryadi ko‘p sarflanib, starterni bir qancha tafsiflari tushib ketadi.

Mashinadagi batareya generator, to‘g‘rilagich relelar, generator kamari uzulganda yaqin o‘rtadagi ustaxonaga etgunga qadar xavfsizlikni ta’minlash uchun ham zarurdir.

Starterli batareyalar quyidagi asosiy talabalarga javob berishi kerak:

- Starterni ishlashi uchun kerakli miqdorda tok yetkazib berishida batareyaning ichki kuchlanishi yo‘qolmasligi uchun ichki qarshilik kichik bo‘lishi
- Starterni bir necha marta ishlatish uchun ma’lum vaqtga etadigan tok zahirasi ega bo‘lishi
- Kichik hajm va og‘irlikka ega bo‘lgan holda katta miqdordagi quvvat va energiyaga ega bo‘lishi
- Dvigatel ishlamayotgan vaqtda ham energiya zahirasi ega bo‘lishi
- Juda past haroratda ham starter uchun kerakli miqdorda tok bera olishi

- Harorat 70°C gacha bo'lgan sharoitda ham o'z faoliyatini davom ettirishi
- Qaytadan zaryadlana olishi
- Ish davomida qo'shimcha mehnat talab qilmasligi
- Yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lishi
- Uzoq muddat xizmat qilishi
- Tok yo'qotishi oz bo'lishi va nihoyat arzon bo'lishi kerak.

Nazariy savollar

1. Kimyoviy tok manbalari nima va ularning asosiy turlari qaysilar?
2. Galvanik elementning asosiy qismlari va ularning vazifalari qanday?
3. Anod va katodda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?
4. Daniell elementi qanday tuzilgan va uning ish prinsipi nimadan iborat?
5. Standart elektrod potentsiali tushunchasi nimani anglatadi?
6. Galvanik elementning EYUK (elektr yurituvchi kuchi) qanday aniqlanadi?
7. Tuz ko'prigining vazifasi nimadan iborat?
8. Galvanik elementda elektronlar qaysi yo'nalishda harakatlanadi?
9. Kimyoviy energiyaning elektr energiyaga aylanish jarayonini tushuntiring.
10. Ichki qarshilik tushunchasi va uni qanday aniqlash mumkin?
11. Galvanik elementda issiqlik effekti qachon yuzaga keladi?
12. Galvanik elementlarning sanoat va maishiy hayotdagi qo'llanish sohalarini sanab bering.
13. Galvanik elementning kuchlanishi vaqt o'tishi bilan nima uchun kamayadi?

LABORATORIYA AMALIYOTINI O'TKAZISH TARTIBI VA ISHLARNI RASMIYLASHTIRISH

Talaba laboratoriya ishini bajarishga nazariy asoslarni topshirgandan keyin qo'yiladi, bunda uning ishini bajarish uchun tayyorgarlik darajasi aniqlanadi.

Ishni bajarishdan oldin talaba quyidagilarni bajarishi kerak:

- ishni bajarish rejasini tuzadi. Elektrolizning asosiy parametrlarini hisoblab chiqadi va uni o'qituvchiga taqdim etadi;

- tajriba uchun kerakli qurilmani yig'adi va uni ishga tayyorlaydi, qurilmani o'qituvchiga ko'rsatadi;

- rejalashtirilgan tajribalarni bajaradi, olingan ma'lumotlarni laboratoriya jurnaliga yozib qo'yadi;

- tajriba ishlari tugaganligini o'qituvchiga aytadi; qurilma o'chiriladi va u laborantga topshiriladi;

- natijalarga oldindan ishlov beriladi;

- yakuniy natijalar hisobot ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

Laboratoriya amaliyoti bo'yicha ishchi jurnal alohida daftarga rasmiylashtiriladi, har qaysi laboratoriya ishi bo'yicha jurnalga quyidagilar yozib boriladi:

- ishning nomi;

- ishni bajarish uchun topshiriq;

- ish rejasini;

- qurilma chizmasi;

- dastlabki tajriba ma'lumotlari;

- ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash natijalari;

Hisobot sxemasi quyidagi ko'rinishda bo'lishi kerak:

- ishning nomi;

- ishning maqsadi;

- ishni bajarish uchun topshiriq;

- jarayonni qisqacha nazariyasi, qurilma sxemasi va uning qisqacha bayoni;

- tajribaning dastlabki natijalari jadval va grafiklar ko'rinishida rasmiylashtiriladi;

- tajriba natijalariga ishlov berish, kerakli hisoblar va natijalar muxokomasi;

- ish bo'yicha xulosalar;

- foydalanilgan adabiyotlar ruyxati.

Hisobot o'qituvchiga shu ish bajarib bo'lingandan keyin taqdim etiladi. Har qaysi laboratoriya ishi uch xil toifa bo'yicha baholanadi:

- dastlabki tayyorgarlik;
- ishning tajriba qismini bajarish;
- natijalarni chuqur muhokoma qilish va hisobot sifati.

Shular asosida baho qo'yilib u reyting ballariga kiritiladi.

Laboratoriya ishlarini bajarish tartibi.

Texnika xavfsizligi qoidalari

1. Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishga kirishishdan oldin albatta maxsus texnika xavfsizligi qoidalari bilan o'qituvchi tomonidan tanishtiriladi va laboratoriya jurnaliga tanishganligi haqida imzo chekishi shart.

2. Laboratoriya ishlarini bajarishdan oldin bajariladigan ishning mohiyatini qo'llanmadan yaxshilab o'qib tushunib olish, zarur asbob va reaktivlarni tayyorlashi va o'qituvchi ruxsati bilan ish boshlashi lozim.

3. Ish stoliga keraksiz buyumlar va reaktivlarni qo'yish man etiladi.

4. Talaba laboratoriya ishlarini puxta bajarishi, ya'ni shoshma-shosharlikka yo'l qo'ymasligi lozim.

5. Talabalar laboratoriya ishlarini maxsus kiyimda, ya'ni xalatda bajarishlari kerak.

6. Laboratoriya mashg'ulotlari va o'qituvchi yoki laborantning ishtirokida bajarilishi maqsadga muvofiqdir.

7. Laboratoriya mashg'ulotlari elektr tokining bevosita ishtirokida bajarilishi tufayli, ishni bajarish paytida talabalar ko'pi bilan uch kishidan iborat bo'lmog'i kerak.

8. Ishning bajarilishi aniq reja maxsus ketma-ketlikda amalga oshirilishi shart aks xolda ishning bajarilishi ketma-ketligini buzulishi ko'ngilsiz oqibatlarga olib kelishi mumkin.

9. Moddalarni qo'lga olmay, shpatel yoki chinni qoshiqchalarda olish kerak;

10. Kuchli kislotalar, ayniqsa konsentrlangan sulfat kislotani suyultirishda suvni kislotaga emas, balki kislota suvga tomchilab aralashtiriladi.

11. Ajralib chiqayotgan gazlarni yaqin turib xidlash ta'qiqlanadi. Gazni xidlash lozim bo'lganda, probirkani chap qo'lga olib, burundan pastroqda ushlanadi va o'ng qo'l bilan gaz burun tomon elpiladi;

12. Tarkibida simob, mishyak (margimush), bariy, qo'rg'oshin bo'lgan tuzlar zaharli ekanini esda tutish lozim, ular bilan ishlagandan keyin qo'lingizni yaxshilab yuving;

13. Bir reaktivni ikkinchisiga quyish chog'ida yuzingizga yoki kiyimingizga sachramasligi uchun shu idishning tepasiga engashib qaramang;

14. Laboratoriya mashg'uloti bajarib bo'lingandan so'ng ish joylari yig'ishtilib, elektr toki bilan ishlaydigan elektr asboblari tok manbalaridan uzilishi lozim.

Birinchi yordam ko'rsatish

1. Agar teriga konsentrlangan biror bir kislota sachrasa, darxol u erni ko'p miqdordagi suv bilan yuvib, jaroxatlangan joyga kaliy permanganatning 3 % li eritmasi shimdirilgan paxta qo'yishi zarur;

2. Agar teriga ishqor sachragan bo'lsa, o'sha joy, avval suv bilan yaxshilab yuviladi, so'ngra kaliy permanganatning 3 % li eritmasi eritmasi shimdirilgan paxta qo'yib bog'lash lozim;

3. Agar ko'zga kislota yoki ishqor sachragan bo'lsa, ko'zni yaxshilab suv bilan yuvish, so'ngra darxol shifokorga murojat qilish kerak;

4. Agar teriga issiq buyum, masalan, issiq shisha, issiq metall tegib kuydirsa, kuygan joyni kaliy permanganatning 3 % li eritmasi eritmasi bilan yuvib, so'ngra maz surkash zarur;

5. Xlor, brom, vodorod sulfid va is gazi bilan zaharlangan bemorni darxol ochiq havoga chiqarib, shifokorga murojat qilish kerak;

6. Reaktivlar bilan kishi organizmi og'iz orqali zaharlansa, ko'p suv ichish lozim metallarning tuzlari bilan zaharlanganda sutli maxsulotlar ichish yoki tuxum yutish kerak. Yod ta'sirida zaharlanganda choy, kofe yoki soda eritmasi, ishqor bilan zaharlanganda sirka yoki limon kislotaning 2% li eritmasidan bir stakan, kislotalardan zaharlanganda 2 % li soda eritmasidan bir stakan ichish kerak;

8. Kuyganda va zaharlanganda hamma vaqt zarar ko'rgan kishiga birinchi yordam berilgach, darxol tibbiyot muassasalariga murojat qilish lozim.

1-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: ALYUMINIY ISHLAB CHIQUARISH UCHUN HALL USULI

ELEKTROLIZIGA OID AMALIY TADQIQOTLAR

Ishning maqsadi: Hall–Eru jarayonining elektrolitik jarayonlarini o‘rganish, nazariy va amaliy tushgan massani hisoblash (Faraday qonuni), tok unumini aniqlash, jarayon xavfsizligi va texnologik jihatlarini tahlil qilish..

Kerakli jihoz va reaktivlar: yuqori haroratli laboratoriya pechi (900–1000 °C gacha boshqariladigan pech, elektrolizyor (keramik yoki grafit), grafit anod va katod, alyuminiy (Al_2O_3) — toza, laboratoriya darajasida, kriolit (Na_3AlF_6). Analitik tarozilar (0.01 g aniqlik), ampermetr, voltmetr, termometr, gazni tashqariga chiqarish va neytrallashtirish tizimi (CO/CO_2 chiqishi), ventilatsiya. Himoya vositalari: yuz niqobi, issiqqa chidamli qo‘lqop, yuz va ko‘z himoyasi.

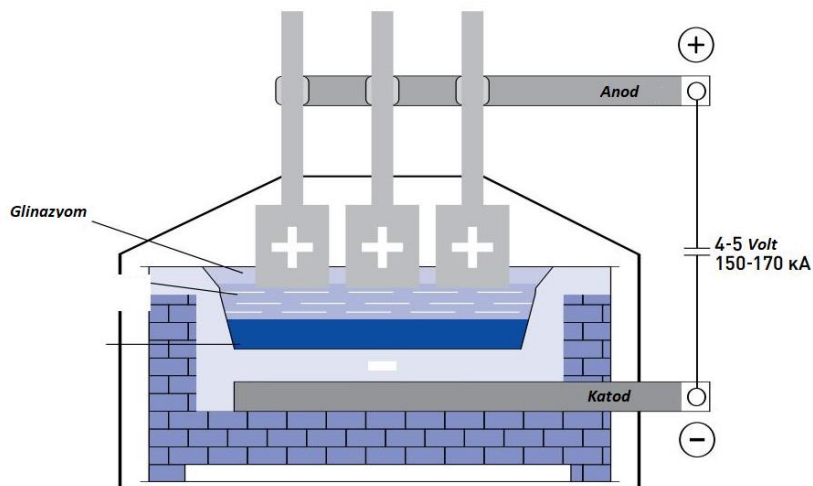
I. Nazariy qism

Alyuminiy yer qobig‘ida eng ko‘p tarqalgan elementlardan biri hisoblanadi. U 660°C da suyuqlanadigan va 2500°C da qaynaydigan metall. Havoda u oksidlanishdan saqlovchi yupqa va mustahkam oksidli qoplama bilan qoplanadi. U kislotada ham, ishqorda ham eriydi. Konsentrlangan nitrat kislotada toza alyuminiyni qizdirmasdan eritib bo‘lmaydi. Alyuminiy osongina sim ko‘rinishida o‘raladi va yupqa list shaklida ham tayyorlanadi.

Toza alyuminiy elektrotexnikada kabellar, shina o‘tkazgichlar va kondensatorlar tayyorlashda ishlatiladi. Alyuminiy qotishmalaridan aviasozlikda, avtomobilsozlikda va mashinasozlik transportida keng ko‘lamda foydalaniladi. Birinchi marta alyuminiy alyuminiy xloridga kaliy ta’sir ettirib olindi. Keyinchalik uni $AlCl_3 \cdot NaCl$ ning suyuqlanmasiga kaliy ta’sir ettirib ham olindi. Uni elektrolitik usulda olish topilgandan keyin alyuminiy ishlab chiqarish yanada rivojlandi. P.Eru (Fransiya) va Ch.Xoll (AQSH) lar bir vaqtning o‘zida suyultirilgan kriolitda eritilgan glinazyomni elektroliz qilish bilan olish usulini taklif etishdi.

Kriolit Na_3AlF_6 suyuqlanmasida glinazyomni eritib, undan alyuminiy olish usulini taklif etishdi. Elektroliz bu aralashmalarning temperaturasidan birmuncha yuqoriroq temperaturada, ya’ni $\sim 950^\circ C$ da olib boriladi. Katod sifatida kriolitli elektrolitga chidamli bo‘lgan ko‘mirli bloklardan foydalaniladi. Anod sifatida o‘z-

oʻzidan kuydiriladigan yoki grafitli bloklardan foydalanish mumkin. Elektroliz jarayonida alyuminiy podinada yigʻiladi va u bilan birgalikda katod vazifasini ham bajarishi mumkin. Anodda kislorod tutuvchi ionlar zaryadsizlanadi. Ajralib chiqayotgan kislorod anod uglerodini oksidlab, CO va CO₂ ni hosil qiladi. Shunday qilib, nazariy jihatdan faqatgina glinazyom va uglerod sarflanadi. Amalda bugʻlanish va futerovkaga yutilishi hisobiga yana maʼlum miqdorda kriolit hamda natriy ftorid va alyuminiy ftorid ham sarflanadi.



1.1-rasm. Alyuminiy olish uchun elektrolitik vanna.

II. Tajriba qism

Ogohlantirish: Hall jarayoni yuqori harorat va karbonatlashgan gazlar chiqaradi. Ushbu laboratoriya ishini bajarishdan oldin barcha xavfsizlik talablarini bajaring.

a. Ishni bajarish tartibi: grafit elektrodnlarni va elektrolizyorni toza, quritilgan holatga keltiring.

Elektrolit tayyorlash: 80–90 % kriolit + 10–20 % Al₂O₃ shartli nisbatlarda boshlangʻich aralashma soling (laboratoriyada aniq taqsimot va ishlash shartlariga qarab). (**Eslatma:** aniq massa va konsentratsiya tajribaga mos ravishda belgilanadi.)

Elektrolizyorni yigʻish: grafit katod va anodni joylashtiring, elektr tarmoqlarni tekshiring. Elektrolizyorni pech ichiga xavfsiz oʻrnating. Ish joyini shamollatish va gaz chiqarish yoʻlini tashkil eting.

b. Eritish va elektroliz

Pechni yoqing va elektrolitni asta-sekin isitib eritib, erigan holatga keltiring. Erish harorati odatda $\sim 950\text{ }^{\circ}\text{C}$ —pech konstruktsiyasiga qarab.

Eritma korpusi ichiga kerakli miqdorda Al_2O_3 qo‘shib eritishni boshlang; Al_2O_3 to‘liq eriguncha kuting va gomogenlashtiring.

Tok manbani ulab, kerakli ish tokini (III) belgilang. Dastlab past tok bilan (masalan, o‘rnatib 5–10 A) boshlang va tizim stabillashgandan so‘ng sozlang

Elektrolizni t vaqt davomida davom ettiring (masalan, 1800–3600s). Elektrodning holatini va o‘lchovlarni (tok, kuchlanish, harorat) jarayon davomida yozib boring.

c. Yakunlash

Elektroliz tugagach, manbani o‘chiring va elektrolizyorni sovutish bosqichiga o‘tkazing (sovutish tartibiga rioya qilish zarur).

Soviganidan keyin katoddan tushgan alyuminiyni yig‘ib, tozalang va quritib, massani aniqlang. Katodning boshlang‘ich massasi m_0 va yakuniy massasi m_1 deb yozing.

Gaz chiqindilarini (anod gazlari) xavfsizlik talablariga muvofiq neytrallashtiring yoki chiqarib yuboring.

O‘lchov jadvali (namuna)

- Dastlabki katod massasi m_0 (g)
- Katodga tushgan alyuminiy massasi m_1 (g)
- Tok, I (A) — boshlang‘ich, o‘rtacha, oxirgi
- Kuchlanish, V_{cell} (V) — o‘rtacha
- Harorat, T ($^{\circ}\text{C}$) — jarayon davomida yozing
- Elektroliz vaqti, t (s)

Nazorat savollari

1. **Hall usulining mohiyati nimadan iborat** va u boshqa alyuminiy olish usullaridan nimasi bilan farq qiladi?
2. **Kriolit (Na_3AlF_6) ning alyuminiy elektroliz jarayonidagi roli va ahamiyati nimada?**

2-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: DOW JARAYONI VA I.G. FARBEN JARAYONI ORQALI MAGNIYNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYALARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Magniy metallini sanoatda elektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganish, xususan Dow jarayoni va I.G. Farben jarayonining texnologik xususiyatlari bilan tanishish.

Kerakli jihoz va uskunalar: elektrolitik vannalar (issiqbardosh qoplamali), grafit anodlar va po'lat yoki nikel katodlar, quruq magniy xlorid (yoki uning eritmasi), NaCl va KCl (eritish haroratini pasaytirish uchun), isitgich, termometr, tok manbai, ampermetr, himoya vositalari (qo'lqop, ko'zoynak, respirator).



I. Nazariy qism

Magniy xloridning tabiiy xomashyosi karnallit $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, bishofit $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, magnezit MgCO_3 , dolomit $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ lar hisoblanadi. Magniyli tuzlar va magniy oksidi dengiz suvi tarkibida bo'ladi. Tabiiy karnallit tarkibida 20-30% natriy xlorid mavjud. Karnallitni konsentrlangan (32%) MgCl_2 eritmasida eritish bilan ajratib olinadi. Bunday eritmada 110-115°C da faqat karnallit eriydi, natriy xlorid esa erimaydi.

Magnezial xomashyo elektrolizdan oldin suvsizlantiriladi. Bishofitni suvsizlantirishda magniy xloridning gidrolizi va magniy oksidining ko'p miqdorda hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan qiyinchiliklar yuzaga keladi. Shuning uchun bishofit ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Dastlab 350°C da qizdiriladi. Bunda uning tarkibidagi besh molekula suv ajralib chiqadi. Ikkinchi bosqichda gidrolizni kapmaytirish uchun gaz fazada vodorod xlorid ishtirokida suvsizlantiriladi. Karnallit ham ikki bosqichda suvsizlantiriladi. Magniy xlorid qo'sh tuzlarining aktivligi kam bo'lganligi uchun bu jarayon uncha murakkab bo'lmaydi.

Suvsiz magniy xlorid magniy oksidi yoki magnezitni xlорlash yo'li bilan ham olinishi mumkin. Xlorlash uglerodli qaytaruvchi ishtirokida olib borilib, u kislorodni biriktirib oladi va issiqlikning yo'qolishini kompensatsiyalaydi. Bu jarayon yoki shaxtali elektr pechlarda yoki maxsus xloratorlarda amalga oshiriladi. Shaxtali elektr pechlarida maydalangan magniezit va toshko'mirni oldindan briketlash yo'li bilan olingan shixta xlorlanadi.

Magniy olish jarayonining nazariy asoslari

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, magniy magniy xloridni elektroliz qilish yo'li bilan olinadi. Suyuqlanish temperaturasini pasaytirish uchun (magniy xloridning suyuqlanish temperaturasi 718°C) unga kaliy va natriy xloridlar qo'shiladi. Bu qo'shimchalar elektrolitning suyuqlanish temperaturasini pasaytirishdan tashqari, uning elektr o'tkazuvchanligini oshiradi, qovushqoqlikni kamaytiradi va gidrolizni pasaytiradi.

Elektrolit tarkibini tanlashda shuni e'tiborga olish kerakki, bunda elektrolit zichligi olinayotgan magniy zichligidan yuqoriroq bo'lishi kerak. Bu uning oquvchanligini ta'minlaydi, ayrim hollarda elektrolitga kalsiy yoki bariy xloridlar qo'shib, ular suyuqlanma zichligini oshirishga xizmat qiladi. Elektrolitda NaCl, KCl, BaCl_2 kabi qo'shimchalarning bo'lishi magniyning ajralib chiqishiga xalaqit bermaydi, chunki magniy xloridning parchalanish kuchlanishi yuqoridagi xloridlarnikidan birmuncha kamroq bo'ladi.

Elektrolizda odatda elektrolitning quyidagi tarkibi ushlab turiladi (massa.%): MgCl_2 – 6 – 15; KCl – 70; NaCl - 20 gacha.

Agar elektrolit tarkibida magniy oksidi bo'lsa, hosil bo'layotgan magniy tomchilari MgO plyonkasi bilan qoplanib, u tomchining og'uvchanligiga yo'l qo'ymaydi. Buni yo'qotish uchun elektrolitga 1-2% CaF_2 ga qo'shiladi. Kalsiy ftorid magniy tomchisi sirtidagi MgO zarrachalarini desorbsiyalaydi. Elektrolit tozaligiga alohida e'tibor qaratiladi, chunki aralashmalar elektroliz jarayonini yomonlashtiradi. Elektrolitdagi namlik magniy xloridni gidrolizlaydi, buning natijasida magniy tomchilarining oquvchanligiga xalaqit beruvchi oksidini hosil qiladi. Magniyni bir qismi qaytarishga sarflanganligi uchun sulfatlarning tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi va bunda ham magniy oksidi hosil bo'ladi. Agar temir aralashmasi 0,1% dan, bor miqdori 0,001% dan ortiqcha bo'lsa, tok bo'yicha chiqish birmuncha kamayadi.

Agar elektrolit tarkibida elektr musbat elementlar birmuncha ko'proq bo'lsa, shu aralashmalar xloridlari va magniy orasida almashinish reaksiyasi sodir bo'lib, elektrolit o'z-o'zini tozalaydi. Lekin bu elektrolizyorda shlam hosil bo'lishiga olib keladi.

II. Tajriba qism

Ishni bajarish tartibi:

1. **Tayyorlash bosqichi:** Elektrolit aralashmasini ($\text{MgCl}_2 + \text{NaCl} + \text{KCl}$) eritib, 700–750 °C haroratda ushlab turish.
2. **Elektrodlarni joylashtirish:** Grafit anod va metall katodni elektrolit ichiga o'rnatish.
3. **Elektrolizni boshlash:** Kuchlanish manbai orqali tok berib, anod va katodda yuzaga kelayotgan jarayonlarni kuzatish.
4. **Mahsulotni ajratish:** Katodda hosil bo'lgan magniyni yig'ish va xlor gazini maxsus qurilmaga chiqarish.
5. **Natijalarni qayd qilish:** Harorat, tok kuchi, elektroliz vaqti, hosil bo'lgan magniy massasi va xlor hajmini qayd etish.

III. Xavfsizlik choralari

- Yuqori harorat va xlor gazidan ehtiyot bo'lish.
- Himoya qo'lqoplari, ko'zoynak va respirator kiyish.

- Elektrolit bilan ehtiyotkorlik bilan ishlash.

IV. Hisobot uchun topshiriqlar

1. Dow jarayoni bo'yicha magniy olish sxemasini chizing.
2. I.G. Farben jarayoni bo'yicha elektroliz sxemasini chizing.
3. Anod va katodda sodir bo'layotgan reaksiyalarni yozing.
4. Dow jarayoni va I.G. Farben jarayoni o'rtasidagi asosiy farqlarni jadval ko'rinishida solishtiring.
5. Tajriba davomida olingan ma'lumotlar asosida elektrolizning samaradorligini hisoblang.

Nazorat savollari

1. Dow jarayoni qanday xomashyo asosida amalga oshiriladi?
2. Dow jarayonida magniy gidroksid qanday olinadi? Reaksiyani yozing.
3. Magniy xloridni suvsiz holatda olish nima uchun muhim?
4. I.G. Farben jarayonida ishlatiladigan elektrolit tarkibini yozing.
5. Elektrolizda katod va anodda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?
6. Dow jarayoni va I.G. Farben jarayoni o'rtasidagi asosiy farqlar nimalardan iborat?

3-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: ELEKTROKIMYOVIY QOPLAMALARNI OLISH. MISLASH. NIKELLASH. ELEKTROLITLARNI TAYYORLASH VA ULARNI SINASH (PH, O'TKAZUVCHANLIK).

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, elektrokimyoviy nikellash bilan tanishish, nikelli qoplama va u asosidagi KEQ ning sifati (tashqi ko'rinishi bo'yicha) va ayrim fizik-kimyoviy xususiyatlarini tekshirish, o'rganish.

I. 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 eritmadan 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 birikmalarining 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.

NIKEL

Nikel elektromanfiy metall ($E_{0\text{Ni}/\text{Ni}^{+2}} = -0,25\text{V}$) hisoblanadi. Lekin passivlanishga moyilligi tufayli birmuncha musbat potensialga ega. Atmosfera havosiga, ishqorlar va ayrim kislotalarga 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 olib boriladi.

Nikelash 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 kislotaligidan 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 kislotaligining yuqori qiymatlarida o‘zgarmas 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 0,007g/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 himoyalaniish qobiliyati ancha yuqori hisoblanadi.

II. Tajriba qism

Ishni bajarish tartibi: Tajribalar tarkibi 3.1-jadvalda ko‘rsatilgan elektrolitlarda olib boriladi.

3.1-jadval

№	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°C da ta'sirini tekshirish;

2) 20 va 80°C da 2-elektrolitdan olingan misning tok bo'yicha chiqishi va sifatiga temperaturaning ta'sirini o'rganish (katodlar tortib ko'riladi);

3) 20°C 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°C va katodli tok zichligi 200A/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°C 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.

3.2-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, °C; 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.					

NIKELLASH

Tajribalarda foydalaniladigan elektrolitlarning tarkiblari 3.3-jadvalda keltirilgan.
3.3-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	-

3.3-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 natriyli 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	-	-	-	-	-	-	80-100	4,3-4,7	45-50	200-1500	-
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.

3-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 °C da 1- va 2-elektrolitlar (2 va 3 yoki 3 va 4-elektrolitlar), so'ngra 20 °C da 1- va 2-elektrolitlar ketma-ket ulanadi. 1-elektrolit uchun katodli tok zichligining o'rtacha qiymati 80 °C 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 3.4-jadvalga tushiriladi.

O'rganilgan omillarning nikelning tok bo'yicha chiqishi, nikel qoplama sifatiga ta'siri haqida xulosa chiqariladi.

3.4-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.					

4-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°C 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 3.5-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.

Nikel qoplamalarning yaltiroqlilik darajasi fotometr yordamida aniqlanadi. Har ikki elektrolit uchun katodli tok zichligining yaltiroqlik darajasiga bog'liqlik grafigi yasaladi.

3.5-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; oʻrtacha katodli tok zichligi, $i_{o'rt}$; n -inchi seksiya yuzasi S_n , m²; elektr toki $i_{umum}=i_{o'rt}*S_n*5$, A; elektrolizning davom etish vaqti τ , minut.

Nazorat savollari

1. Elektrokimyoviy qoplamalarning **asosiy maqsadi va ahamiyati** nimadan iborat?
2. **Mislash (mis bilan qoplash)** jarayonida ishlatiladigan **elektrolit tarkibi** va uning vazifasi qanday?
3. **Katod va anod materiallari** mislash jarayonida qanday tanlanadi va ular qanday rol oʻynaydi?
4. **Nikellash jarayonining maqsadi** va u metall buyumlarning xossalariga qanday taʼsir koʻrsatadi?
5. **Nikellash elektroliti** tarkibiga kiruvchi asosiy komponentlar (masalan, NiSO₄, NiCl₂, H₃BO₃) ning vazifasi nimadan iborat?
6. **Tok zichligi va harorat** mis qoplamaning sifati va qalinligiga qanday taʼsir qiladi?
7. Mislash jarayonidan keyin **qoplama sifatini baholash** uchun qanday tahlil usullari qoʻllaniladi?

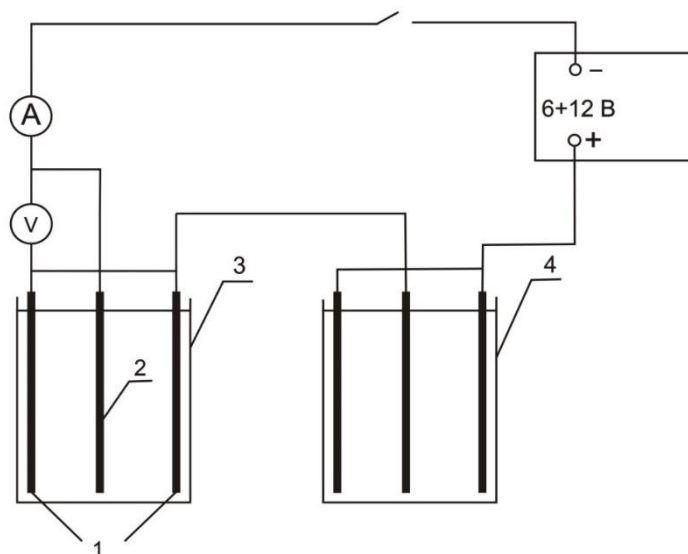
4-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: QO'RG'OSHIN (IV) OKSIDINI OLIISH

I.Ishning maqsadi: Tok zichligining va SAM qo'shimchalarining cho'kma sifatiga, tok bo'yicha chiqishiga va solishtirma elektr energiyasiga sarfini o'rganish.

II.Kerakli jihoz va reaktivlar: SAM, dekstirin, jelatina, OS-20, qo'rg'oshin (IV) oksidi, gipoxlorit, yodoform.

Qurilmaning chizmasi 4.1 - rasmda ko'rsatilgan.



4.1-rasm. Qurilma sxemasi

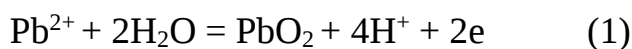
1-elektrolizyor katodlari; 2-elektrolizyor anodi; 3-elektrolizyor; 4-kulonometr.

III.Nazariy qism

Elektrolitik qo'rg'oshin (IV) oksididan organik va noorganik elektrosintezlarda erimaydigan anodlar olishda foydalaniladi. Uning elektr o'tkazuvchangligi yuqori, ko'pgina agressiv muxitlarga nisbatan korroziyaga chidamliligi, vodorodning va boshqa gazlarning yuqori o'ta kuchlanishga ega ekanligi kabi xossalariga ega ekanligi tufayli undan tayyorlangan anodlardan noorganik xlorli hosilalar, persulfatlar, yodoform va bir qancha boshqa moddalarni olishda foydalanish imkonini beradi. Bundan tashqari PbO_2 dan galvanik elementlar va akkumulyatorlarning musbat qutbi uchun aktiv massa sifatida ham foydalanish mumkin. Oxirgi xolatda qo'rg'oshin (IV) oksidi inert asosga elektroliz yo'li bilan cho'ktirilib, kimyoviy tok manbalari uchun bevosita elektrod hosil qilishda foydalanilishi mumkin. PbO_2 cho'kmalarini ishqorli

(plyumbitli, tartratli, etilendiamintetraasetatli va boshqalar) va kislotali (perxloratli, sulfaminli, nitratli) elektrolitlardan olish mumkin. Eng yaxshi natijalar kompaktili kerakli qalinlikdagi g'ovakli cho'kmalarni nitratli elektrolitlardan hosil qilish mumkin. PbO_2 ni po'latdan, misdan, nikeldan, titandan hamda ayrim no metallardan tayyorlangan asoslarga ham surkash mumkin. Buning uchun oldin o'tkazuvchi qatlamni surkash talab etiladi. Tarkibida $Pb(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$ va SAM bo'lgan suvli eritmalar elektroliz qilinganda anodda PbO_2 ajralib chiqadi.

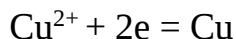
Anodli erish jarayoni murakkab bo'lib, undagi umumiy elektrodli reaksiyani quyidagicha yozish mumkin:



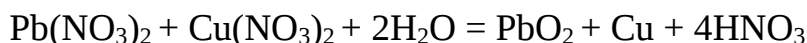
Qo'rg'oshinli katodda vodorodning yuqori o'ta kuchlanishga ega bo'lishi qo'rg'oshinning ajralib chiqishiga sabab bo'ladi:



Lekin (2) reaksiyani olib borish maqsadga muvofik emas, chunki bu elektrolitdagi qo'rg'oshinning tez kamayishiga va cho'kayotgan qo'rg'oshinda dendritlarning hosil bo'lishi tufayli qisqa tutashuvga olib kelishi mumkin. Eritmaga $Cu(NO_3)_2$ qo'shilganda katodli jarayon misning cho'kishiga olib keladi:



Umumiy reaksiya:



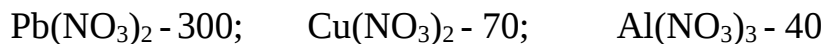
Cho'kmadagi ichki kuchlanishning pasayishi va uning strukturasining yaxshilanishiga elektrolitga alyuminiy nitrat eritmasini, hamda SAM (dekstrin, jelatina, OS-20 va boshqalar) qo'shish bilan erishish mumkin. Bunda cho'kmaning tashqi ko'rinishi qora oynasimon xolatdan qora kulrang yaltiroq bo'lmagan xolatgacha o'zgarishi mumkin. Asos material sifatida temirdan foydalanilganda elektrodning passivlanishi talab etiladi, chunki bunda elektrolitda temirning kam miqdorda bo'lishi ham (uning anodli erish hisobiga) cho'kmaning dars ketishiga sabab bo'ladi.

IV. Tajriba qism

Ishning mazmuni

PbO_2 ni elektroliz yo'li bilan cho'ktirish shisha elektrolizyorda olib boriladi.

Elektrolit sifatida tarkibi quyidagicha bo'lgan eritmadan foydalaniladi:



Elektroliz 1-1,5 soat davomida 20 – 30°C temperaturada va anodli tok zichligi 100-500A/m² sharoitda olib boriladi.

Agar topshiriq bo'yicha ma'lum qalinlikdagi cho'kma olish kerak bo'lsa, elektrolizning davom etishini hisoblash quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\tau = \frac{\delta \cdot \rho \cdot 60 \cdot 100}{g \cdot j \cdot BT}$$

Bunda, - elektrolizning davomiyligi, min;

δ - qoplama qalinligi, mkm;

ρ - qoplama zichligi, g/sm³ (9,6);

g - elektrokimyoviy ekvivalent, g/A soat;

j - tok zichligi, A/m²;

VT - tok bo'yicha chiqish (95%)

Elektroliz bo'yicha cho'ktirishdan oldin anodli asos va kulonometr katodi analitik tarozida tortiladi. Tok qiymati berilgan zichlik va anodning botib turgan sirtidan topiladi. Anod eritmaga tokka ulangan holda tushiriladi ya'ni elektr zanjiri ulangan bo'lishi kerak. Elektroliz tugagandan keyin anod undagi cho'kma bilan yuviladi, termostatda 50 – 60°C da 30-40 daqiqa davomida quritiladi va tortib ko'riladi. Kulonometr katodi ham yuviladi, quritiladi va tortib ko'riladi.

Tajriba natijalari bo'yicha cho'kma sifatiga baho beriladi, tok bo'yicha chiqish va elektr energiyasining solishtirma sarfi hisoblanadi. Olingan elektrolitlardan gipoxlorit va yodoform olishda foydalanish mumkin.

Tajribani bajarish uchun topshiriqlar

Tok zichligi ($100-500 \text{ A/m}^2$) ning cho'kma sifatiga, VT va RE larga ta'sirini o'rganish.

SAM qo'shimchalarining cho'kma sifati, VT va RE (tokning anodli zichligi - 300 A/m^2) ga ta'siri; a)elektrolit qo'shimchasisiz;

b)elektrolitga 5g/l dekstrin va 1g/l OS-20 qo'shiladi;

v)elektrolitga $0,3\text{g/l}$ jelatina va 2g/l OS-20 qo'shiladi;

Nazorat savollari

1. Qo'rg'oshin (IV) oksididadan qaysi sohalarda foydalaniladi?
2. Shisha elektrolizyorni tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
3. Elektrolit tarkibiga qaysi reagentlar kiradi.
4. Tajribani bajarish tartibini bayon eting.
5. Cho'kmaning hosil bo'lishiga qaysi omillar ta'sir ko'rsatadi?

ILOVALAR

Ilova 1

Ish bo'yicha hisobotda quyidagi masalalar yoritilishi kerak.

1. Ishning nomi.
2. Ukituvchining topshirigi.
3. Ishning maqsadi.
4. Jarayonning nazariy asoslari.
5. Qurilmaning bayoni va ishni bajarish tartibi.
6. Tajribalarni o'tkazish sharoitlari.
7. O'lchash natijalari.
8. Olingan tajriba ma'lumotlariga ishlov berish.
9. Xulosalar.

Tajriba va hisoblangan ma'lumotlar jadval yoki rasmlar ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

Hisobotda olingan va adabiyotlardagi ma'lumotlarning muxokamasi keltirilishi kerak.

Ilova 2.

NaOH eritmalarining solishtirma elektr qarshiligi

NaOH konsentrasiyasi		Solishtirma qarshilikOmm	
g/l	%	18 ⁰ C da	50 ⁰ C da
80	7,5	388	229
160	14,2	289	158
240	21,0	306	151
320	25,6	370	158

Ilova 3.

Tajriba ishlarida foydalanilgan moddlarning elektrokimyoviy ekvivalentlari

Modda	q, g/Asoat	q', ml/Asoat
NaOH	1,49	-
NaClO	1,39	-
NaClO ₃	0,66	-
Cl ₂	1,33	418
O ₂	0,30	209
(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4,26	-
K ₂ S ₂ O ₈	5,04	-
KMnO ₄	4,43	-
MnO ₂	1,62	-
Cu ₂ O	2,37	-
PbO ₂	4,46	-
K ₃ Fe(CN) ₆	12,29	-
CHI ₃ (spirtidan)	1,47	-
C ₂ H ₅ OH	0,17	-
CHI ₃ (asetondan)	2,45	-
CHI ₃ COCH ₃	0,36	-

**Normal vodorod elektrodiga nisbatan olingan ayrim sistemalarining
standart potentsiallari**

Element	Oksidlanish- kaytarilish sistemesi	Potensial, V
Vodorod		0,000
		-0,828
		+1,77
		+0,88
Kislород		+1,229
		+0,401
		+0,682
		-0,076
		+2,07
		+1,24
Mis		+0,337
		+0,521
		+0,153
		+0,137
Qo'rg'oshin		-0,126
		+1,455
		+1,68
		-0,356
Xlor		+1,359
		+0,40
		+0,66
		+0,33
		+1,47
		+1,19
		+0,36
		+0,56

Tuzlar va asoslarning suvda eruvchanligi

Anionlar	Kationlar															
	Na^+	K^+	NH_4^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Zn^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Ag^+	Pb^{2+}	Hg_2^{2+}
Cl^-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	A	K	E
Br^-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	A	K	K
I^-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	—	—	A	K	A
NO_3^-	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
S^{2-}	E	E	E	—	E	E	A	A	—	—	A	A	A	A	A	A
SO_4^{2-}	E	E	E	E	K	A	E	E	E	E	E	E	E	K	A	E
CO_3^{2-}	E	E	E	A	A	A	A	A	—	—	A	—	—	A	A	—
PO_4^{3-}	E	E	E	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	—	E	K	E	E
OH^-	E	E	E	A	K	E	A	A	A	A	A	A	A	—	A	—

Belgilar: E- eruvchan modda, K- kam eriydigan modda, A- amalda erimaydigan; -bunday modda yo‘q yoki suvda parchalanib ketadi

Ilova 6

Normal vodorod elektrodiga nisbatan olingan ayrim sistemalarining standart potentsiallari

Element	Reaksiya	E^0
N	$3\text{N}_2 + 2\text{e} = 2\text{N}_3^-$	-3,4
Eu	$\text{Eu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Eu}$	-3,395
N	$3\text{N}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{HN}_3$	-3,1
Li	$\text{Li}^+ + \text{e} = \text{Li}$	-3,045
N	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{OH}^-$	-3,04

Ra	$\text{Ra}^{2+} + 2e = \text{Ra}$	-2,925
Rb	$\text{Rb}^+ + e = \text{Rb}$	-2,925
K	$\text{K}^+ + e = \text{K}$	-2,924
Cs	$\text{Cs}^+ + e = \text{Cs}$	-2,923
Ba	$\text{Ba}^{2+} + 2e = \text{Ba}$	-2,905
Sr	$\text{Sr}^{2+} + 2e = \text{Sr}$	-2,888
Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2e = \text{Ca}$	-2,866
Na	$\text{Na}^+ + e = \text{Na}$	-2,714
Mg	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2e = \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,69
Ac	$\text{Ac}^{3+} + 3e = \text{Ac}$	-2,6
La	$\text{La}^{3+} + 3e = \text{La}$	-2,522
Ce	$\text{Ce}^{3+} + 3e = \text{Ce}$	-2,48
Nd	$\text{Nd}^{3+} + 3e = \text{Nd}$	-2,431
Gd	$\text{Gd}^{3+} + 3e = \text{Gd}$	-2,397
U	$\text{UO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{U} + 4\text{OH}^-$	-2,39
Y	$\text{Y}^{3+} + 3e = \text{Y}$	-2,372
Mg	$\text{Mg}^{2+} + 2e = \text{Mg}$	-2,363
Dy	$\text{Dy}^{3+} + 3e = \text{Dy}$	-2,353
Al	$\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2,35
Ho	$\text{Ho}^{3+} + 3e = \text{Ho}$	-2,319
Al	$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3e = \text{Al} + 3\text{OH}^-$	-2,31
Sc	$\text{Sc}^{3+} + 3e = \text{Sc}$	-2,077
Al	$\text{AlF}_6^{3-} + 3e = \text{Al} + 6\text{F}^-$	-2,07
P	$\text{H}_2\text{PO}_2^- + e = \text{P} + 2\text{OH}^-$	-2,05
Th	$\text{Th}^{4+} + 4e = \text{Th}$	-1,899
Mg	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,862
Np	$\text{Np}^{3+} + 3e = \text{Np}$	-1,856
Be	$\text{Be}^{2+} + 2e = \text{Be}$	-1,847

P	$2\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,94
Sn	$\text{SnS} + 2e = \text{Sn} + \text{S}^{2-}$	-0,94
Pb	$\text{PbS} + 2e = \text{Pb} + \text{S}^{2-}$	-0,93
Tl	$\text{Tl}_2\text{S} + 2e = 2\text{Tl} + \text{S}^{2-}$	-0,93
Zn	$\text{ZnCO}_3 + 2e = \text{Zn} + \text{CO}_3^{2-}$	-1,06
W	$\text{WO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{W} + 8\text{OH}^-$	-1,05
B	$\text{BF}_4^- + 3e = \text{B} + 4\text{F}^-$	-1,04
Ag	$\text{AgI} + e = \text{Ag} + \text{I}^-$	-0,152
Ge	$\text{GeO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Ge} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,15
N	$\text{NO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{NH}_4\text{OH} + 7\text{OH}^-$	-0,15
Os	$\text{OsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Os} + 4\text{OH}^-$	-0,15

Ti	$\text{Ti}^{4+} + \text{e} = \text{Ti}^{3+} \text{ (5M H}_3\text{PO}_4\text{)}$	-0,15
N	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{NO} + 4\text{OH}^-$	-0,14
Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e} = \text{Sn}$	-0,136
Ti	$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Ti}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	-0,135
C	$\text{C(графит)} + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{CH}_4$	-0,132
Cr	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr(OH)}_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13
Ge	$\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Ge} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,13
Pb	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e} = \text{Pb}$	-0,126
C	$\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,12
Cu	$\text{Cu(NH}_3\text{)}_2^+ + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{NH}_3$	-0,12
N	$\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O} + 8\text{e} = \text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$	-0,12
W	$\text{WO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{W} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,119
Sn	$\text{SnO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{SnO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,108
Sn	$\text{SnO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,106
Sn	$\text{SnO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Sn} + \text{H}_2\text{O}$	-0,104
W	$\text{WO}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{W} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,09
Fe	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$	-0,085
Mo	$\text{MoO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{Mo} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,072
Cu	$\text{Cu(NH}_3\text{)}_4^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu} + 4\text{NH}_3$	-0,07
S	$\text{S} + \text{H}^+ + 2\text{e} = \text{HS}^-$	-0,065
Fe	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = 2\text{Fe(OH)}_2$	-0,057

MUSTAQIL TA'LIM

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi PQ-4477-sonli “2019 — 2030-yillar davrida O'zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash” to'g'risidagi [Qaroriga](#) asosan mamlakatda tarkibiy o'zgartirishlarni chuqurlashtirish, iqtisodiyotning bazaviy tarmoqlarini modernizatsiyalash va diversifikatsiyalash hamda hududlarni bir maromda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, **Kimyo sanoati sohasida:** ammiak, azot kislotasi va mineral o'g'itlar ishlab chiqarish quvvatlarini modernizatsiyalash va energiya samaradorligi yuqori yangi quvvatlarni yaratish; elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun energiya sarfi hajmi katta bo'lgan kimyoviy jarayonlarning issiqligini utilitatsiya qilish texnologiyalaridan foydalanish; yirik tonnali texnogen chiqindilardan sanoatda foydalanishni joriy etish kabi masalalar ustuvor yo'nalish etib belgilandi.

O'zbekiston mustaqil milliy demokratik davlat sifatida rivojlanish yo'lida muhim qadamlaridan biri “Ta'lim to'g'risida” gi yangi Qonun, hamda “Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi” ning qabul qilinishi katta ahamiyatga ega.

Vatanimiz xalq xo'jaligi uchun malakali mutaxassislar tayyorlashda “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi 2” fanining alohida o'rni bor.

Bu mutaxassislik fanlari doirasida kiritilgan bo'lib, talabalarga ixtisoslik fanlarini o'zlashtirishda muhim manbalardan biri bo'lib hisoblanadi.

Fanni o'qitishdan maqsad - talabalarda mantiqiy fikrlash, texnologik taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda fan mazmuniga kiritilgan suvli eritmalarning elektrolizi; xlor va kaustik sodani elektrolitik ishlab chiqarish; oksidlanish maxsulotlarini elektrokimyoviy ishlab chiqarish; natriy gipoxloridini olish; xlorat va perxloratlarni olish; vodorod peroksidini olish; noorganik moddalarni olish; suyultmalarni elektrolizi – natriy va kaliy ishlab chiqarish; ftorni

elektrokimyoviy olish; metallarni elektrokimyoviy olish; gidroelektrometallurgiya jarayonlarini o'z ichiga olgan bo'limlarda egallangan bilimlar bo'yicha, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

Fanning vazifasi - talabalarga ta'lim, ilm-fan va ishlab chiqarishning nazariy va amaliy masalalarini echa olishga etarli bo'lgan kimyoviy va texnologik usullarni egallashga va uni qo'llashga, shuningdek, texnologik masalalarning dastlabki tizimini tuzish va tahlil qilishga hamda tegishli qurilmalarni tanlashga o'rgatishdan iborat.

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;
- talabalarning ilmiy jamiyatlari va to'garaklarida ishtirok etish;
- kurs ishi (loyihalari)ni bajarish;
- hisob-kitob va grafik ishlarini bajarish;
- ilmiy maqola, tezislar 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.

Talabalarning 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, talabalarning 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 mezoni 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-qoidalari, 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, dissertasiyalar, maqola va monografiyalar hamda boshqa axborot manbalaridan mavzuga tegishli materiallar to'playdi va bular asosida ilmiy maqola va ma'ruza tezislari tayyorlaydi.

3.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.

4.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 yechim, loyiha yoki g'oyani asoslash va mutaxassislar davrasida himoya qilish.

5. Mustaqil ta'lim

1-jadval

Mashg'ulotlar shakli: mustaqil ta'lim (MT)		soat
VII semestr		
MT1	Elektrokimyoda qo'llaniladigan elektrodlar, elektrolitlar va erituvchilar.	4
MT2	Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish	6
MT3	Kaliyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish	4
MT4	Qotishmalarni elektroliz yordamida ishlab chiqarish	4
MT5	Kobalt va temirni elektrolitik ishlab chiqarish	4
MT6	Qalayni va qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish.	4
MT7	Organik moddalar elektrosintezi	6
MT8	Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi	4
MT9	Metallarni gidrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish	4
MT10	Elektrodlarda elementlarning ajralishi va ularning qonuniyatlari.	4
MT11	Metall buyumlar sirtini elektrokimyoviy usulda qoplash texnologiyasi	4
MT12	Galvanostegiya	4
MT13	Galvanoplastika, usulning mohiyati va jarayonning texnologik sxemasi	4
MT14	Kimyoviy tok manbalarining xususiyatlari	4
Jami		60 soat

Foydalaniladigan adabiyotlar:

- МТ1.** Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. 672 с.
- МТ2.** Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 239 с.
- МТ3.** G.Avalboyev N.T.Rashidova. Nooganik moddalar elektrosintezi. Darslik. Jizzax. JizPI tipografiyasi nashriyoti, 2023 y.247 b.ISBN 978-9910-9983-9-3.
- МТ4..** Сосновская Н. Г.,Ковалюк Е. Н. Промышленный электролиз: учеб. пособие по дисциплине "Промышленный электролиз" Ангарск: АНГТУ,2015.
- МТ5.** G.Avalboyev N.T.Rashidova. Nooganik moddalar elektrosintezi. Darslik. Jizzax. JizPI tipografiyasi nashriyoti, 2023 y.247 b.ISBN 978-9910-9983-9-3.
- МТ6.** Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. — 519 с.
- МТ7.** Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 239 с.
- МТ8.** Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. — 519 с.
- МТ9.** Сосновская Н. Г.,Ковалюк Е. Н. Промышленный электролиз: учеб. пособие по дисциплине "Промышленный электролиз" Ангарск: АНГТУ,2015
- МТ10.** D.A.Raxmonov, L.O‘.Mingishov Moliya. O‘quv qo‘llanma. JIDU. — Toshkent, 2014. 41-44-betlar.
- МТ11-М13.** Виноградов С.С. «Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование». Под ред. проф.В.Н. Кудрявцева Изд.2-е, перераб. и доп. — М., «Глобус», 2005. — 240 с.
2. Гамбург Ю.Д. «Теория и практика электроосаждения металлов» / Ю.Д. Гамбург, Дж. Зангари ; пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 438 с.N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik//Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.
- МТ14.** 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.

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. 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.

Mustaqil ishlarni 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. Mustaqil ishlarni 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.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
JIZZAX POLITEXNIKA INSTITUTI**



“TASDIQLAYMAN”

Jizzax politexnika instituti rektori

A.Usmankulov

« 25 » « 06 » 2025-yil

Qo'lyozmaga olindi: №BD 60710100.1.32.
25.06.2025-yil

**“ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISHLAR
TEXNOLOGIYASI 2”
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 – 2025

Fan/modul kodi EICH T 1704		O'quv yillari 2025-2026	Semestr 7	ECTS-Kreditlar 4	
Fan/modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 4	
1	Fanning nomi		Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi 2		60	60	120
2	I. Fanning mazmuni Fanni o'qitishdan maqsad – rudalarni boyitish, tozalash, qoplama, sintez; tok samaradorligi, kuchlanish samaradorligi, materiallar va energiya balans; va atrof-muhit masalalari; alyuminiy va magniyni elektrolitik ishlab chiqarish uchun Hall usuli elektroliziga oid amaliy tadqiqotlar. Alyuminiy va elektrolitik magniy ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda zamonaviy sanoat amaliyotini tadbqiq qilish, mis, rux, kobalt, nikelni elektrolitik ishlab chiqarish, oltin va kumushni rafinlash, temir, qalay va qo'rg'oshinni elektrolitik olish, gidroelektrometallurgiya jarayonlari va atrof-muhit muammolarini o'z ichiga olgan bo'limlarda egallangan bilimlar bo'yicha, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir. Fanning vazifasi - talabalarga ta'lim, ilm-fan va ishlab chiqarishning nazariy va amaliy masalalarini echa olishga yetarli bo'lgan kimyoviy va texnologik usullarni egallashga va uni qo'llashga, shuningdek, texnologik masalalarning dastlabki tizimini tuzish va tahlil qilishga hamda tegishli qurilmalarni tanlashga o'rgatishdan iborat.				
	II. Asosiy nazariy qism (ma'ruza mashg'ulotlari) 2.1. Fan tarkibiga quyidagi mavzular kiradi: 1-mavzu. Elektrolitik alyuminiy ishlab chiqarishning zamonaviy sanoat texnologiyalari Zamonaviy iqtisodiyotda alyuminiyning ahamiyati. Ishlab chiqarishda jahon yetakchilari. Alyuminiy elektrokimyoviy ishlab chiqarish (Hall-Heroult usuli). Xom ashyo va tayyorlash. Nazariy asoslar. Elektroliz sharoitlari. Uskunalar. Zamonaviy va istiqbolli texnologiyalar. 2-mavzu. Elektrolitik magniy ishlab chiqarishning zamonaviy sanoat texnologiyalari Magniyning sanoatdagi ahamiyati (aviatsiya, avtomobilsozlik, qotishmalar, elektronika). Magniy ishlab chiqarish tarixi va sanoat texnologiyalarining rivojlanishi. Xom ashyo va uni tayyorlash. Tabiiy minerallaridan magniy xlorid ishlab chiqarish. Elektrolizning nazariy asoslari. Istiqbolli texnologiyalar. Sanoat usullari, Dow (AQSh) va Norsk Hydro (Norvegiya) texnologiyalari. 3-mavzu. Gidroeletrometallurgiya jarayonlari nazariyasi Gidroeletrometallurgiya asosiy bosqichlari. Metallurgiya boshqa tarmoqlaridan farqi. Gidroeletrometallurgiya qo'llanilish sohalari.				

	4-mavzu. Misni elektrolitik ishlab chiqarish Misning sanoat va texnologiyadagi ahamiyati. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari. Mis ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xomashyolar. Jarayonning umumiy texnologik sxemasi. 5-mavzu. Ruxni elektrolitik ishlab chiqarish Ruxning sanoatdagi ahamiyati va qo'llanilish sohalari. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari. Rux ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyolar (ruxli rudalar, konsentratlar). Elektrolitik ishlab chiqarishning umumiy texnologik sxemasi. 6-mavzu. Nikelni elektrolitik ishlab chiqarish Xomashyolar (nikel rudalari, sulfid va oksid konsentratlar). Xom ashyoni tayyorlash. Elektrolit tayyorlash. Elektrokimyoviy jarayoni nazariy asoslar. Zamonaviy texnologik takomillashtirish yo'nalishlari. 7-mavzu. Qimmatbaho metallarni elektrolitik rafinlash Kumushning sanoat va zargarlikdagi ahamiyati. Elektrolitik rafinlashning nazariy asoslari. Kumush va oltin ishlab chiqarish texnologik rejim ko'rsatkichlari. Elektrolitik usulning boshqa usullardan ustun jihatlari. Elektrolitik vannalar va uskuna. 8-mavzu. Kobalt va temirni elektrolitik ishlab chiqarish Kobaltning sanoatdagi ahamiyati (akkumulyatorlar, qotishmalar, katalizatorlar, magnit materiallar). Jahon nazariyasi. Elektroliz ko'rsatkichlari. Yuqori toza kobalt olishda elektrolitik usulning ahamiyati. Temir va uning birikmalarining sanoatdagi ahamiyati. Suvli eritmalaridan Fe cho'kishining nazariy asoslari. Elektrolitlar eritmalarini tayyorlash (FeSO_4, FeCl_3). Elektrolitik jarayonlar va uskunalar. Elektrolitik temirni qo'llanilishi. 9-mavzu. Qalayni va qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish. Qalay va qo'rg'oshinning ahamiyati va sanoatda qo'llanilishi. Qalay xomashyosi (kassiterit, stannit, ikkilamchi chiqindilar). Qalay va qo'rg'oshinni elektrolitik cho'ktirishning nazariy asoslari. Elektrolitik jarayonlar: katod va anoddagi reaksiyalar. Elektrolitik qalayning qo'llanilishi. 10-mavzu. Elektrokimyoviy ishlov berish Sirtga anodli ishlov berish usullari. Metallarning elektrokimyoviy oksidlash jarayonning mexanizmi. Metalni elektrokimyoviy sayqallash. Asosiy qonunlar va texnologik sharoitlar. 11-mavzu. Elektrokimyoviy qoplama Galvanotexnika. Elektrokimyoviy qoplama va qoplash usullarining umumiy ma'lumotlari. Metall qoplamalarni hosil qilishda foydalaniladigan kimyoviy moddalar va materiallar. Rangli metallarni qoplashdan oldin ularning sirtini maxsus tayyorlash. Ruxlash va Kadmiylash. Mislash. Nikellash. Xromlash. 12-mavzu. Kimyoviy tok manbalari Akkumulyatorlar. Energiyani saqlash qurilmalari: batareyalar va superkondensatorlar; elektrokimyoviy sensorlar va biosensorlar; yarimo'tkazgichlarning fotoelektrokimyosi; qoplangan tizimlarning korroziyasi. 13-mavzu. Elektrokimyoviy sanoatini rivojlantirish istiqbollari
--	---

Zamonaviy sanoatda elektrokimyoviy texnologiyalarning o'rni. Elektrokimyoda ifloslanish manbalari. Elektrokimyoning alohida tarmoqlarining ekologik muammolari. Atrof-muhitga ta'siri. Ekologik toza texnologiyalarning rivojlanish istiqbollari.

III. Amaliy mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

3.1. Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Alyuminiy va magniy olish jarayoning nazariy asoslari. Qo'llaniladigan elektrolizyorlar konstruksiyasi va elektroliz texnologiyasini o'rganish. Kuchlanish samaradorligi, tok unumi; energiya va materiallar balansi.
2. Rangli metallarni ishlab chiqarish texnologik jarayonini o'rganish. Rux va mis elektroekstraksiyasi. Kuchlanish samaradorligi, tok unumi; energiya va materiallar balansi. Elektrolizyorlari. Elektroliz texnologiyasini o'rganish.
3. Rangli metallar sirtini qoplashdan oldin maxsus tayyorlash usullari
4. Kimyoviy tok manbalari. Galvanik elementni yig'ish va ish prinsipini o'rganish.

3.2. Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan o'tkazilishi zarur. Mashg'ulotlar faol va interfaktiv usullar yordamida o'tilishi, mos ravishda munosib pedagogik va axborot texnologiyalar qo'llanilishi maqsadga muvofiq.

IV. Tajriba mashg'ulotlari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

a. Tajriba mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Alyuminiy ishlab chiqarish uchun Hall usuli elektroliziga oid amaliy tadqiqotlar
2. Dow jarayoni va I.G. Farben jarayoni orqali magniyni elektrolitik ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganish
3. Elektrokimyoviy qoplamalarni olish. Mislash. Nikellash. Elektrolitlarni tayyorlash va ularni sinash (pH, o'tkazuvchanlik)
4. Qo'rg'oshin (IV) oksidini olish

V. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

6.1. Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etiladigan mavzular:

1. Elektrokimyoda qo'llaniladigan elektrodlar, elektrolitlar va erituvchilar.
2. Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish
3. Kaliyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish
4. Qotishmalarni elektroliz yordamida ishlab chiqarish
5. Kobalt va temirni elektrolitik ishlab chiqarish
6. Qalayni va qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish.
7. Organik moddalar elektrosintezi
8. Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi

	9. Metallarni gidrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish 10. Elektrodlarda elementlarning ajralishi va ularning qonuniyatlari. 11. Metall buyumlar sirtini elektrokimyoviy usulda qoplash texnologiyasi 12. Galvanostegiya 13. Galvanoplastika, usulning mohiyati va jarayonning texnologik sxemasi. 14. Kimyoviy tok manbalarining xususiyatlari Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan ilmiy loyiha, xulosalash, darajali testlar, glossariy, tarqatma materiallar, taqdimot tayyorlash xamda ilmiy tezis va maqola yozish, shuningdek, mustaqil ta'lim mavzusi yuzasidan "Keys-Study"larni guruhlariga bo'lingan holda bajarish tavsiya etiladi. VI. Kurs ish (loyiha)lari bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar <i>Kurs loyihasi mavzularining taxminiy ro'yxati:</i> 1. Xlor va ishqorlar ishlab chiqarish texnologiyasi; 2. Vodorod va kislorodni elektrokimyoviy usulda olish texnologiyasi 3. Galogenidlarni elektrokimyoviy usullar yordamida ishlab chiqarish 4. Gipoxlorit, xlorat va perxloratlar ishlab chiqarish 5. Vodorod peroksidini ishlab chiqarish 6. Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish 7. Metallarni giroelektrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish 8. Metall buyumlar sirtini elektrokimyoviy usulda qoplash texnologiyasi 9. Amfoter metallar asosida galvanik qoplamalar hosil qilish texnologiyasi 10. Ikki qatlamli qoplamalar hosil qilish texnologiyasi 11. Nodir metallar asosida galvanik qoplamalar hosil qilish texnologiyasi; 12. Fosfatlash texnologiyasi 13. Nanoqoplamalar olishda elektrolitik texnologiyalarni qo'llash. 14. Litiy-ion akkumulyator batareyalarini yig'ish va sinovdan o'tkazish 15. Alyuminiyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologiyasini tahlil qilish 16. Qo'rg'oshinli akkumulyatorlarni ishlab chiqarishni loyihalash. Kurs loyihasining maqsadi talabalarning mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirish, ularda olgan nazariy bilimlari asosida amaliy ko'nikmalar hosil qilish, bevosita ishlab chiqarishdagi real sharoitlarga mos texnik echimlarni qabul qilish va zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llashga ko'nikmalar hosil qilishdan iborat. Kurs loyihasining mavzulari bevosita sanoat korxonalaridagi jarayonlar va qurilmalarga bog'liq holda, aniq bir jarayon va qurilma uchun belgilanadi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi.
3	VII. Fan o'qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetensiyalar) Fanni o'zlashtirish natijasida talaba:

	suyultirilgan muhitning elektrolizi haqida ma'lumotlar va uning xususiyatlari o'zlashtirish; elektrokimyoviy usulda toza va o'ta toza metallar, shu jumladan rangli va nodir metallarni elektrolitik rafinlashni nazariy asoslarini o'rganish; gidroelektrometallurgiya jarayonlarini o'rganish, shuningdek texnologiyalarini takomillashtirish; ishlab chiqarilgan mahsulotlar sifatini baholash kabi bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'lishlari kerak. Fanni o'zlashtirgan talaba: – elektrokimyoviy qonuniyatlar, tok hosil bo'lish jarayonlari; – elektrokimyoviy usullar yordamida turli xil funksional materiallar olish; – elektr tok manbalari; – elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalari, etakchi ishlab chiqarish markazlari; – modda va materiallarning balansi, texnologik tizimlar bo'yicha tok oqimi haqida tasavvurga ega bo'lishi; – asosiy texnologik jarayonlarning bosqichlarini; – har bir bosqichda boradigan kimyoviy ta'sirlashuvni; – turli xil ishlov berish turiga qarab jarayonlarning siniflanishini; – ekzotermik va endotermik jarayonlarni farqlashni bilishi va ulardan foydalana olishi; – elektrokimyoviy usullar yordamida modda va materiallar olish texnologiyasini tuzish; – issiqlik va moddiy balans tenglamalarini tuzish; – asosiy texnologik parametrlarni tug'ri tanlab ratsional tizimlarni shakllantirish, ishlatish va boshqarish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.
4	VIII. Ta'lim texnologiyalari va metodlari: – ma'ruzalar; – interfaol "Keys-Study"lar; – seminarlar (mantiqiy fiklash, tezkor savol-javoblar); – guruhlarda ishlash; – taqdimotlarni qilish; – individual loyihalar; – jamoa bo'lib ishlash va himoya qilish uchun loyihalar.
5	IX. 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 ishni topshirish.
6	X. Adabiyotlar ro'yxati Asosiy adabiyotlar: 1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 672 с.

2. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. "Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi" darslik//Гриф № 233-0844 "LESSON PRESS" nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.
3. N.S.Tangyarikov, R.Alieva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatqulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Darslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 17.07.2023 yil 314 sonli buyrug'iga asosan. Ruxsatnoma № 439762316971533024 200b.

Qo'shimcha adabiyotlar

4. Сосновская Н. Г. Электролитическое получение металлических порошков и электролиз расплавленных сред: учеб.пособие по курсу "Основы электрохимической технологии" Ангарск: АГТА, 2006.
5. Oldham, Keith B.Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.
6. А.Г.Бережная. Электрохимические технологии и материалы: учебное пособие/ А. Г. Бережная; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.-118с.-ISBN-978-5-9275-2417-4.
7. П.Б.Кубрак [и др.]. Электрохимический синтез и гидроэлектрометаллургия. Лабораторный практикум:учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-48 01 04 "Технология электрохимических производств"/ - Минск: БГТУ, 2016. - 43 с.
8. Н.Г.Бахчисарайцыян и др. Практикум по прикладной электрохимии: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н., Варыпаева. В.Н. Кудрявцева. – Изд.3-е, перераб. – Л.: Химия, 1990. – 303 с.
9. Мамаев, В. И. Никелирование: учеб. пособие /В. И. Мамаев, В. Н. Кудрявцев.-М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2014.-189с.: ил.- Библиогр.: с. 186-189 (53 назв.). - 500 экз.-ISBN 978-5-7237-1150-1:
- 10.P. Zanello. University of Siena, Italy Inorganic Electrochemistry. Theory, Practice and Application. The Royal Society of Chemistry 2003. Pp: 634. ISBN 0-85404-661-5.
- 11.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.
- 12.Сосновский Г. Н., Сосновская Н. Г. Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Учебное пособие. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2004. – 108 с.
- 13.Иванова, Н. П. И 18 Прикладная электрохимия : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств» / Н. П. Иванова, И. М. Жарский. – Минск : БГТУ, 2009. – 76 с. ISBN 978-985-434-883-4.

	14.К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления : учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / сост. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 116 с 15.И.Г. Бобрикова. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ (направление подготовки «Химическая технология») / И.Г. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 156 с. 16.Фокс Р. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии / Ральф Фокс Пер. с нем. - М.: Альпина нон- фикшн, 2016.- 330 с. Axborot manbalari www.gov.uz –O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali http://ziyonet.uz/ http://www.sciencedirect.com/ http://www.chem.msu.su/ http://agmk.uz/ http://ngmk.uz/
7	Fan dasturi Jizzax politexnika institut Kengashining 2025-yil 25 iyundagi №11-sonli bayonnomasi bilan ma’qullangan.
8	Fan/modul uchun mas’ul: N. Rashidova - JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasi, PhD, dotsent.
9	Taqrizchilar: N.Tangyarikov - JizPI, “Kimyoviy texnologiya” kafedrasi professori, texnika fanlari doktori. U.Xudanov - JDPU, “Kimyo” kafedrasi dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI



«TASDIQLANDI»

[Signature]
Boshqaruvi ishlari bo'yicha prorektor
M.Ochilov

avgust 2025 y.

**“ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISHLAR TEXNOLOGIYASI 2”
FANIDAN**

**60710100- KIMYOVIY TEXNOLOGIYA
(ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISHLAR)
BAKALAVRIAT TA'LIM YO'NALISHI UCHUN
SILLABUS**

*(Sillabus “Kimyoviy texnologiya” kafedraning 2025 yil
25-avgustdagi 1-sonli yig'ilishida muhokama qilingan va
tasdiqlangan)*

Jizzax-2025

Fan sillabusi Jizzax politexnika instituti o'quv-uslubiy Kengashining 2025-yil "28" avgustdagi 1 - sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:
N.Rashidova - "Kimyoviy texnologiya" kafedrasi dotsenti, PhD.

Taqrizchilar:
N.S.Tangyarikov - "Kimyoviy texnologiya" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori
U.Xudanov - JDPU, "Kimyo" kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari nomzodi

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i:
28- avgust 2025-yil 1-sonli

(imzo) O.Xolmuratov

"Kimyo muhandisligi"
fakulteti dekani
26- avgust 2025-yil 1-sonli



(imzo) M.Mirzabekov

/ "Kimyoviy texnologiya" kafedrasi mudiri:
25-avgust 2025-yil 1-sonli

(imzo) Sh.Umarov

Fan nomi:	Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi 2
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	EICH1704
Bosqich:	4
Semestr:	7
Ta'lim shakli:	Kunduzgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	120
Ma'ruza	30
Amaliy mashg'ulotlar	14
Laboratoriya mashg'ulotlari	16
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	60
Kreditlar miqdori:	4 ECTS
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	O'zbek

Dastur mualliflari:	N.Rashidova
E-mail:	rashidovanilufar1975@gmail.com
Telefon raqami:	Tel. +998 933046384
Tashkilot:	Jizzax politexnika instituti "Kimyoviy texnologiya" kafedrası
Profesor-o'qituvchilar haqida ma'lumot va talabalar bilan ishlash vaqti	Ma'ruzachi: N. Rashidova 2 bino 1- qavat 112 xona. rashidovanilufar1975@gmail.com Qabul vaqti o'quv haftasining dushanba,chorshanba va juma kunlari 15 ⁰⁰ -17 ⁰⁰
	Amaliyotchi: N. Rashidova 2 bino 1- qavat 112 xona. Qabul vaqti o'quv haftasining dushanba,chorshanba va juma kunlari 14 ⁰⁰ -16 ⁰⁰

4ECTS.

Ma'ruza	Amaliy mashg'ulot	Laboratoriya	Mustaqil ta'lim(MT)	Jami
7 -semestr				
30	14	16	60	120

Kurs haqida qisqacha ma'lumot (QM)	
QM1	Fanni o'qitishdan maqsad - talabalarda mantiqiy fikrlash, texnologik taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, o'zining fikr-mulohaza, xulosalarini asosli tarzda aniq bayon etishga o'rgatish hamda fan mazmuniga kiritilgan rudalarni boyitish, tozalash, qoplama, sintez; tok samaradorligi, kuchlanish samaradorligi, materiallar va energiya balansi; va atrof-muhit masalalari; alyuminiy va magniyni elektrolitik ishlab chiqarish uchun Hall

	usuli elektroliziga oid amaliy tadqiqotlar. Alyuminiy va elektrolitik magniy ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganishda zamonaviy sanoat amaliyotini tadbiq qilish, mis, rux, kobalt, nikelni elektrolitik ishlab chiqarish, oltin va kumushni rafinlash, temir, qalay va qo'rg'oshinni elektrolitik olish, gidroelektrometallurgiya jarayonlari va atrof-muhit muammolarini o'z ichiga olgan bo'limlarda egallangan bilimlar bo'yicha, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir. Fanning vazifasi - talabalarga ta'lim, ilm-fan va ishlab chiqarishning nazariy va amaliy masalalarini echa olishga etarli bo'lgan kimyoviy va texnologik usullarni egallashga va uni qo'llashga, shuningdek, texnologik masalalarning dastlabki tizimini tuzish va tahlil qilishga hamda tegishli qurilmalarni tanlashga o'rgatishdan iborat.
--	---

Ta'lim natijalari (TN)	
TN1	elektrokimyoviy qonuniyatlar, tok hosil bo'lish jarayonlari, elektrokimyoviy usullar yordamida turli xil funksional materiallar olish, elektr tok manbalari, elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalari, etakchi ishlab chiqarish markazlari, modda va materiallarning balansi, texnologik tizimlar bo'yicha tok oqimi haqida tasavvurga ega bo'lishi
TN2	asosiy texnologik jarayonlarning bosqichlarini, har bir bosqichda boradigan kimyoviy ta'sirlashuvni, turli xil ishlov berish turiga qarab jarayonlarning siniflanishini, ekzotermik va endotermik jarayonlarni farqlashni bilishi va ulardan foydalana olishi
TN3	elektrokimyoviy usullar yordamida modda va materiallar olish texnologiyasini tuzish, issiqlik va moddiy balans tenglamalarini tuzish, asosiy, texnologik parametrlarni tug'ri tanlab ratsional tizimlarni shakllantirish, ishlatish va boshqarish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak

Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)		Dars soatlari hajmi
VII semestr		
M1	Elektrolitik alyuminiy ishlab chiqarishning zamonaviy sanoat texnologiyalari Zamonaviy iqtisodiyotda alyuminiyning ahamiyati. Ishlab chiqarishda jahon yetakchilari. Alyuminiyni elektrokimyoviy ishlab chiqarish (Hall-Heroult usuli). Xom ashyo va tayyorlash. Nazariy asoslar. Elektroliz sharoitlari. Uskunalar. Zamonaviy va istiqbolli texnologiyalar.	2
M2	Elektrolitik magniy ishlab chiqarishning zamonaviy sanoat texnologiyalari Magniyning sanoatdagi ahamiyati (aviatsiya, avtomobilsozlik, qotishmalar, elektronika). Magniy ishlab chiqarish tarixi va sanoat texnologiyalarining rivojlanishi. Xom ashyo va uni tayyorlash. Tabiiy minerallaridan magniy xlorid ishlab chiqarish. Elektrolizning nazariy asoslari. Istiqbolli	2

	texnologiyalar. Sanoat usullari, Dow (AQSh) va Norsk Hydro (Norvegiya) texnologiyalari.	
M3	Gidroelektrometallurgiya jarayonlari nazariyasi Gidroelektrometallurgiyaning asosiy bosqichlari. Metallurgiyaning boshqa tarmoqlaridan farqi. Gidroelektrometallurgiya qo'llanilish sohalari.	2
M4	Misni elektrolitik ishlab chiqarish Misning sanoat va texnologiyadagi ahamiyati. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari. Mis ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xomashyolar. Jarayonning umumiy texnologik sxemasi.	2
M5	Ruxni elektrolitik ishlab chiqarish Ruxning sanoatdagi ahamiyati va qo'llanilish sohalari. Elektrolitik ishlab chiqarish usulining afzalliklari. Rux ishlab chiqarishda ishlatiladigan xomashyolar (ruxli rudalar, konsentratlar). Elektrolitik ishlab chiqarishning umumiy texnologik sxemasi.	2
M6	Nikelni elektrolitik ishlab chiqarish Xomashyolar (nikel rudalari, sulfid va oksid konsentratlar). Xom ashyoni tayyorlash. Elektrolit tayyorlash. Elektrokimyoviy jarayoni nazariy asoslar. Zamonaviy texnologik takomillashtirish yo'nalishlari.	2
M7	Qimmatbaho metallarni elektrolitik rafinlash Qimmatbaho metallar elektrometallurgiyasi. Kumushning sanoat va zargarlikdagi ahamiyati. Elektrolitik rafinlashning nazariy asoslari. Kumush va oltin ishlab chiqarish texnologik rejim ko'rsatkichlari. Elektrolitik usulning boshqa usullardan ustun jihatlari. Elektrolitik vannalar va uskuna.	2
M8	Kobalt va temirni elektrolitik ishlab chiqarish Kobaltning sanoatdagi ahamiyati (akkumulyatorlar, qotishmalar, katalizatorlar, magnit materiallar). Jahon nazariyasi. Elektroliz ko'rsatkichlari. Yuqori toza kobalt olishda elektrolitik usulning ahamiyati. Temir va uning birikmalarining sanoatdagi ahamiyati. Suvli eritmalaridan Fe cho'kishining nazariy asoslari. Elektrolitlar eritmalarini tayyorlash (FeSO_4 , FeCl_3). Elektrolitik jarayonlar va uskunalar. Elektrolitik temirni qo'llanilishi.	2
M9	Qalayni va qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish. Qalay va qo'rg'oshinning ahamiyati va sanoatda qo'llanilishi. Qalay xomashyosi (kassiterit, stannit, ikkilamchi chiqindilar). Qalay va qo'rg'oshinni elektrolitik cho'ktirishning nazariy asoslari. Elektrolitik jarayonlar: katod va anoddagi reaksiyalar. Elektrolitik qalayning qo'llanilishi.	2
M10	Elektrokimyoviy ishlov berish	2

	Sirtga anodli ishlov berish usullari. Metallarning elektrokimyoviy oksidlash jarayonning mexanizmi. Metalni elektrokimyoviy sayqallash. Asosiy qonunlar va texnologik sharoitlar.	
M11	Elektrokimyoviy qoplama Galvanotexnika. Elektrokimyoviy qoplama va qoplash usullarining umumiy ma'lumotlari. Metall qoplamalarni hosil qilishda foydalaniladigan kimyoviy moddalar va materiallar. Rangli metallarni qoplashdan oldin ularning sirtini maxsus tayyorlash. Ruxlash va Kadmiylash. Mislash. Nikellash. Xromlash.	4
M12	Kimyoviy tok manbalari Akkumulyatorlar. Energiyani saqlash qurilmalari: batareyalar va superkondensatorlar; elektrokimyoviy sensorlar va biosensorlar; yarimo'tkazgichlarning fotoelektrokimyosi; qoplangan tizimlarning korroziyasi.	4
M13	Elektrokimyoviy sanoatini rivojlantirish istiqbollari Zamonaviy sanoatda elektrokimyoviy texnologiyalarning o'rni. Elektrokimyoda ifloslanish manbalari. Elektrokimyoning alohida tarmoqlarining ekologik muammolari. Atrof-muhitga ta'siri. Ekologik toza texnologiyalarning rivojlanish istiqbollari.	2
	Jami:	30
M1		
M1. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. "Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi" darslik/Гриф № 233-0844 "LESSON PRESS" nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.; Сосновская Н. Г. Электролитическое получение металлических порошков и электролиз расплавленных сред: учеб.пособие по курсу "Основы электрохимической технологии" Ангарск: АГТА, 2006.; Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 672 с.; N.S.Tangyarikov, R.Alieva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatqulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Darslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 17.07.2023 yil 314 sonli buyrug'iga asosan. Ruxsatnoma № 439762316971533024 200b. M2- N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. "Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi" darslik/Гриф № 233-0844 "LESSON PRESS" nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.; Сосновская Н. Г. Электролитическое получение металлических порошков и электролиз расплавленных сред: учеб.пособие по курсу "Основы электрохимической технологии" Ангарск: АГТА, 2006.; Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015.—672с.; N.S.Tangyarikov, R.Alieva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatqulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Darslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 17.07.2023 yil 314 sonli buyrug'iga asosan. Ruxsatnoma № 439762316971533024 200b. M3. Oldham, Keith B.Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012. M4. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. "Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi" darslik/Гриф № 233-0844 "LESSON PRESS" nashriyoti.		

Toshkent 2022. 338 bet.

M5. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik/Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.

M6. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik/Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.

M7. Zanello. University of Siena, Italy Inorganic Electrochemistry. Theory, Practice and Application. The Royal Society of Chemistry 2003. Pp: 634. ISBN 0-85404-661-5.

M8. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik/Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.

M9. Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012. M10

M11. Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012. M10.

M12. Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.

M13. Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.

Фокс Р. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии / Ральф Фокс Пер. с нем. - М.: Альпина нон-фикшн, 2016.- 330 с.

Mashg'ulotlar shakli: amaliy (A)		Dars soatlari hajmi
VII semestr		
A1	Alyuminiy va magniy olish jarayoning nazariy asoslari. Qo'llaniladigan elektrolizyorlar konstruksiyasi va elektroliz texnologiyasini o'rganish. Kuchlanish samaradorligi, tok unumi; energiya va materiallar balansi.	4
A2	Rangli metallarni ishlab chiqarish texnologik jarayonini o'rganish. Rux va mis elektroekstraksiyasi. Kuchlanish samaradorligi, tok unumi; energiya va materiallar balansi. Elektrolizyorlari. Elektroliz texnologiyasini o'rganish.	4
A3	Rangli metallar sirtini qoplashdan oldin maxsus tayyorlash usullari	2
A4	Kimyoviy tok manbalari. Galvanik elementni yig'ish va ish prinsipini o'rganish.	4
Jami		14
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
A1 - Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 239 с. Колпакова и др. Сборник задач по электрохимии: учеб. пособие для вузов. МВсш.шк., 2003. В. Введенский и др. Сборник примеров и задач по		

электрохимии: Учебное пособие. — СПб: Издательство «Лань», 2018. — 208 с.: ил. — (Учеб. для вузов).

A2- Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 239 с.

Колпакова и др. Сборник задач по электрохимии: учеб. пособие для вузов. МВЫСШ.шк., 2003.

В.Введенский и др. Сборник примеров и задач по электрохимии: Учебное пособие. — СПб: Издательство «Лань», 2018. — 208 с.: ил. — (Учеб. для вузов).

A3. А.Г.Бережная. Электрохимические технологии и материалы: учебное пособие/ А. Г. Бережная; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.-118с.—ISBN-978-5-9275-2417-4.

A4. 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.

Mashg'ulotlar shakli: tajriba (T)		Dars soatlari hajmi
VII semestr		
T1	Alyuminiy ishlab chiqarish uchun Xoll usuli elektroliziga oid amaliy tadqiqotlar	4
T2	Dow jarayoni va I.G. Farben jarayoni orqali magniyni elektrolitik ishlab chiqarish texnologiyalarini o'rganish	4
T3	Elektrokimyoviy qoplamalarni olish. Mislash. Nikellash. Elektrolitlarni tayyorlash va ularni sinash (pH, o'tkazuvchanlik)	4
T4	Qo'rg'oshin (IV) oksidini olish	4
Jami		16
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
T1. - Электрохимический синтез и гидроэлектрометаллургия. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-48 01 04 "Технология электрохимических производств" / П. Б. Кубрак [и др.]. - Минск: БГТУ, 2016. - 43 с. Балмасов, А. В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии: учебное пособие / А. В. Балмасов. — Иваново: ИГХТУ, 2008. — 84 с. — ISBN 5-9616-0274-6. T2 - 1. Гамбург Ю. Д., Зангари Дж. Теория и практика электроосаждения металлов [Электронный ресурс]; пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. 438 с T3 - Электрохимический синтез и гидроэлектрометаллургия. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-48 01 04 "Технология электрохимических производств" / П. Б. Кубрак [и др.]. - Минск: БГТУ, 2016. - 43 с. T4 Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.		

Mashg'ulotlar shakli: mustaqil ta'lim (MT)		soat
VII semestr		
MT1	Elektrokimyoda qo'llaniladigan elektrodlar, elektrolitlar va erituvchilar.	4
MT2	Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish	6
MT3	Kaliyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish	4
MT4	Qotishmalarni elektroliz yordamida ishlab chiqarish	4
MT5	Kobalt va temirni elektrolitik ishlab chiqarish	4
MT6	Qalayni va qo'rg'oshinni elektrolitik ishlab chiqarish.	4
MT7	Organik moddalar elektrosintezi	6
MT8	Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi	4
MT9	Metallarni gidrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish	4
MT10	Elektrodlarda elementlarning ajralishi va ularning qonuniyatlari.	4
MT11	Metall buyumlar sirtini elektrokimyoviy usulda qoplash texnologiyasi	4
MT12	Galvanostegiya	4
MT13	Galvanoplastika, usulning mohiyati va jarayonning texnologik sxemasi	4
MT14	Kimyoviy tok manbalarining xususiyatlari	4
	Jami	60 soat
Foydalaniladigan adabiyotlar:		
MT1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. 672 с. MT2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 239 с. MT3. G.Avalboyev N.T.Rashidova. Nooganik moddalar elektrosintezi. Darslik. Jizzax. JizPI tipografiyasi nashriyoti, 2023 y.247 b.ISBN 978-9910-9983-9-3. MT4. Сосновская Н. Г., Ковалюк Е. Н. Промышленный электролиз: учеб. пособие по дисциплине "Промышленный электролиз" Ангарск: АНГТУ, 2015. MT5. G.Avalboyev N.T.Rashidova. Nooganik moddalar elektrosintezi. Darslik. Jizzax. JizPI tipografiyasi nashriyoti, 2023 y.247 b.ISBN 978-9910-9983-9-3. MT6. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. — 519 с. MT7. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Основы теоретические электрохимии. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2005. — 239 с. MT8. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2004. — 519 с. MT9. Сосновская Н. Г., Ковалюк Е. Н. Промышленный электролиз: учеб. пособие по дисциплине "Промышленный электролиз" Ангарск: АНГТУ, 2015 MT10. D.A.Raxmonov, L.O'.Mingishov Moliya. O'quv qo'llanma. JIDU. — Toshkent, 2014. 41-44-betlar. MT11-M13. Виноградов С.С. «Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование». Под ред. проф.В.Н. Кудрявцева Изд.2-е, перераб. и доп. — М., «Глобус», 2005. — 240 с. 2. Гамбург Ю.Д. «Теория и практика электроосаждения металлов» / Ю.Д.		

Гамбург, Дж. Зангари ; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 438 с. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik/Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.

МТ14. 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.

Mashg‘ulotlar shakli: kurs loyihasi (KL)	
VII semestr	
KL1	Xlor va ishqorlar ishlab chiqarish texnologiyasi;
KL2	Vodorod va kislorodni elektrokimyoviy usulda olish texnologiyasi
KL3	Galogenidlarni elektrokimyoviy usullar yordamida ishlab chiqarish
KL4	Gipoxlorit, xlorat va perxloratlar ishlab chiqarish
KL5	Vodorod peroksidini ishlab chiqarish
KL6	Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish
KL7	Metallarni giroelektrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish
KL8	Metall buyumlar sirtini elektrokimyoviy usulda qoplash texnologiyasi
KL9	Amfoter metallar asosida galvanik qoplamalar hosil qilish texnologiyasi
KL10	Ikki qatlamli qoplamalar hosil qilish texnologiyasi
KL11	Nodir metallar asosida galvanik qoplamalar hosil qilish texnologiyasi;
KL12	Fosfatlash texnologiyasi
KL13	Nanoqoplamalar olishda elektrolitik texnologiyalarni qo‘llash.
KL14	Litiy-ion akkumulyator batareyalarini yig‘ish va sinovdan o‘tkazish
KL15	Alyuminiyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologiyasini tahlil qilish
KL16	Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlarni ishlab chiqarishni loyihalash.

Foydalaniladigan adabiyotlar:
KL1-KL16.
1. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 519 с.
2. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik/Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.
3. 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.
4. Oldham, Keith B. Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.
5. Сосновский Г. Н., Сосновская Н. Г. Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Учебное пособие. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2004. – 108 с.
6. Иванова, Н. П. И 18 Прикладная электрохимия : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических

- производств» / Н. П. Иванова, И. М. Жарский. – Минск : БГТУ, 2009. – 76 с. ISBN 978-985-434-883-4.
7. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления : учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / сост. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 116 с
 8. И.Г. Бобрикова. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ (направление подготовки «Химическая технология»)/ И.Г. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 156 с.

Ta'lim strategiyasi

Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi 2 fani 4-kurs 7-semestrda o'qitish ta'limning kredit tizimi asosida ma'ruza, tajriba va amaliy mashg'ulotlar, 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:

- Video ma'ruzalar;
- Elektron shakldagi ma'ruza matnlari;
- Har bir mavzuga doir prezentatsiya slaydlari;
- Amaliy mashg'ulotlarga doir uslubiy ko'rsatmalar;
- Tajriba mashg'ulotlarga doir uslubiy ko'rsatmalar;
- laboratoriya jihozlari;
- 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 bilimni tekshirib boradi.

Amaliy va tajriba 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. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi talabalarga fandan o'quv-uslubiy majmuada 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, tajriba va amaliy 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 bilimni baholash semestr davomida va yakuniy nazorat davomida o'qitish materiallarini o'zlashtirish ko'rsatkichi (test, topshiriq, yozma va og'zaki ish natijasi)ga asoslangan.

Kurs 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 nazorat imtixoniga kiritilmaydi. Yakuniy nazoratda 30 va undan ko'p ball to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan hisoblanadi.

Elektron platforma Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi 2 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 Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi 2 fanidan VII semestrda topshiriqlar*

№	Topshiriq qisqacha mazmuni va shartlari	Qat'iy belgilangan muddat
VII semestr mustaqil ta'lim		
T1	MT1 va MT3 lardan mavzulashtirilgan test topshirig'i.	15.09.2025-15.10.2025
T2	MT4 va MT7 mavzularidan taqdimot/glossariy/esse	16.10.2025-31.10.2025
T3	MT8- MT11 mavzularidan keys-study/ savol-javob	02.11.2025-19.11.2025
T4	MT12-MT14 mavzularidan taqdimot, referat topshirig'i, video taqdimot	20.11.2025-15.12.2025
Topshiriqlarning to'liq shakli bilan https://student.jizpi.uz/dashboard/login havolasiga kirish orqali tanishish 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 taqqoslaganlanda	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		

IX. Adabiyotlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar:

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 672 с.
2. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik//Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.
3. N.S.Tangyarikov, R.Alieva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatqulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Darslik. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 17.07.2023 yil 314 sonli buyrug'iga asosan. Ruxsatnoma № 439762316971533024 200b.

Qo'shimcha adabiyotlar

4. Сосновская Н. Г. Электролитическое получение металлических порошков и электролиз расплавленных сред: учеб.пособие по курсу "Основы электрохимической технологии" Ангарск: АГТА, 2006.
5. Oldham, Keith B.Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.
6. А.Г.Бережная. Электрохимические технологии и материалы: учебное пособие/ А. Г. Бережная; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.- 118с.-ISBN-978-5-9275-2417-4.
7. П.Б.Кубрак [и др.]. Электрохимический синтез и гидроэлектрометаллургия. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-48 01 04 "Технология электрохимических производств"/ - Минск: БГТУ, 2016. - 43 с.

8. Н.Г.Бахчисарайцян и др. Практикум по прикладной электрохимии: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н., Варыпаева. В.Н. Кудрявцева. – Изд.3-е, перераб. – Л.: Химия, 1990. – 303 с.
9. Мамаев, В. И. Никелирование: учеб. пособие /В. И. Мамаев, В. Н. Кудрявцев.-М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2014.-189с.: ил.- Библиогр.: с. 186-189 (53 назв.). - 500 экз.-ISBN 978-5-7237-1150-1:
- 10.P. Zanello. University of Siena, Italy Inorganic Electrochemistry. Theory, Practice and Application. The Royal Society of Chemistry 2003. Pp: 634. ISBN 0-85404-661-5.
- 11.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.
- 12.Сосновский Г. Н., Сосновская Н. Г. Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Учебное пособие. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2004. – 108 с.
- 13.Иванова, Н. П. И 18 Прикладная электрохимия: учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств» / Н. П. Иванова, И. М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2009. – 76 с. ISBN 978-985-434-883-4.
- 14.К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления: учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / сост. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 116 с
- 15.И.Г. Бобрикова. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ: учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ (направление подготовки «Химическая технология») / И.Г. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 156 с.
- 16.Фокс Р. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии / Ральф Фокс Пер. с нем. - М.: Альпина нон- фикшн, 2016.- 330 с.

Axborot manbalari

www.gov.uz –O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali
<http://ziyonet.uz/>
<http://www.sciencedirect.com/>
<http://www.chem.msu.su/>
<http://agmk.uz/>
<http://ngmk.uz/>

GLOSSARIY

“ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISH KORXONALARINING JIHOZLARI VA LOYIHALASH ASOSLARI”

FANIDAN GLOSSARIY

Alyuminotermiya – metallar, metalmaslar va qotishmalarni ularni kislorodli birikmalaridan alyuminiy bilan qaytarib olishga asoslangan usul.

Amorf moddalar – kristall strukturali bo'lmagan moddalar.

Anion – manfiy zaryadlangan ion.

Anod – doimiy tok manbaining musbat qutbiga ulangan elektrod galvanik element yoki batareyaning musbat qutbi.

Asoslar – dissosilanganida anionlar sifatida faqat gidroksid-ionlar hosil bo'ladigan elektrolitlarga aytiladi.

Atom – kimyoviy elementning juda kichik zarrachasi molekulalarni tashkil etgan bo'linmaydigan juda mayda zarrachalar.

Vodorod ko'rsatgichi – eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmidir. $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$

Galvanoplastika – elektroliz yordamida metall nusxalar olish usuli.

Galvanostegiya – narsalar sirtini elektroliz yordamida metall qavati bilan qoplash usuli.

Geterogen – tarkibi jihatdan turlicha, ya'ni bir jinsli emas, ko'p jinsli.

Geterogen kataliz – reaksiyaga kirishayotgan moddalardan boshqacha fizik holatda bo'lgan katalizator ishtirokida boradigan kimyoviy reaksiya.

Gidroliz – tuzlarning suv bilan o'zaro ta'sir etganda parchalanib kislota va asoslar hosil qilishi.

Gidroksid ko'rsatgichi (pOH) – eritmadagi gidroksid ionlari konsentratsiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmiga teng qiymatidir:
 $\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-]$

Dissosilanish – qaytar jarayon: molekulalarning ionlarga ajralishi (dissosilanishi) bilan bir vaqtda ionlarning birikish jarayoni (assosilanish) ham sodir bo'ladi.

Ishqorlar – suvda eriydigan asoslarning kichik guruhi bo'lib, indikatorlarning rangini o'zgartiradi, tuz hosil qilish reaksiyalariga va boshqa reaksiyalarga kirishadi, ular dissosilanganda gidroksil anionini hosil qiluvchi anionlardir.

Ingibitorlar – korroziyani vujudga keltiradigan muhitga ozgina qo'shilganda metallarning emirilishini kamaytiradigan moddalar.

Indikatorlar – muhitning reaksiyaga qarab o'z rangini o'zgartiradigan moddalar.

Ion - atom yoki atomlar guruhidan bir yoki bir necha elektronning yo'qolishi yoki ularga elektronning birikishidan hosil bo'ladigan zaryadlangan zarracha.

Ionizasiya – neytral atom yoki molekulalardan ion va elektronlarning hosil bo'lishi.

Kation – musbat zaryadlangan ion.

Qaytarilish – atom, molekula yoki ionning elektron biriktirib olish jarayonidir. Elektronlarni biriktirib oladigan atoom, molekula yoki ionlar oksidlovchilar deyiladi.

Katod – doimiy tok manbaining manfiy qutbiga ulangan elektrod galvanik element yoki batareyaning manfiy qutbi.

Kislotalar – molekulasida metalga o'rin almasha oladigan vodorod atomlari bor moddalar. Ular o'ziga xos bir qancha xususiyatga ega: nordon ta'mli bo'ladi, indikatorlarni rangini o'zgartiradi.

Kimyoviy analiz – tekshirilayotgan moddalar tarkibiga kiradigan kimyoviy elementlarni va ularning birikmalarini aniqlash; sifat analiz – tekshirilayotgan modda elementlar va ularning birikmalari bor-yo'qligini aniqlash; miqdor analiz – moddani tashkil etgan elementlar yoki birikmalar moddalarning nisbiy massasini aniq topish.

Kimyoviy reaksiya – moddaning xossalarini yoki kimyoviy tuzilishini o'zgartirib, boshqa moddaga aylantirish.

Kimyoviy emirilish – metallning tevarak atrofdagi muhitda oksidlanib emirilishida sistemada elektr toki paydo bo'lmagandagi emirilishiga aytiladi.

Kimyoviy element – yadrosining zaryadi bir xil bo'lgan atomlarning muayyan turidir.

Koagulyasiya – tortishish kuchlari ta'sirida mayda zarrachalarni birikib yirik zarracha hosil qilishi. Koagulyasiya kolloid sistemaning barqaror holatining buzilishiga olib keladi.

Komponent – biror narsaning, ko'pincha, biror kimyoviy birikmaning tarkibiy qismi.

Konsentratsiya – eritmaning yoki gazning hajm birligidagi modda miqdori.

Koncentrlangan eritma – tarkibidagi erigan moddaning miqdori to'yinish darajasiga yaqin bo'lgan eritma.

Korroziya – metallar va ular qotishmalarining turli fizik-kimyoviy ta'sirlar natijasida kimyoviy yoki elektrokimyoviy emirilishidir.

Kreking – neft mahsulotlaridagi og'ir molekulalarining qaynash temperaturasi past bo'lgan engil “bo'laklarga” ajratish jarayoni.

Kristallizasiya - qattiq moddaning (kristallarning) eritmada ajralib chiqishi.

Metallarning qaytarilishi – tabiiy minerallar (rudalar) va boshqa birikmalardan metallar olish usuli bo'lib, metall oksidlari va kislorod bilan birika oladigan moddalar

(qaytaruvchilar) orasidagi reaksiyadan iborat.

Noelektrolitlar - eritmalar yoki suyuqlanmalarda ionlarga ajralmaydigan va elektr tokini o'tkazmaydigan moddalarga aytiladi.

Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalari – reaksiyaga kirishayotgan moddalar tarkibidagi atomlarning oksidlanish darajasi o'zgarishi bilan boradigan reaksiyalarga aytiladi.

Oksidlanish – atom, molekula yoki ionning elektron berish jarayonidir. Elektronlarini beradigan atom, molekula yoki ionlar qaytaruvchilar deyiladi.

Oksidlar – elementlarning kislorod bilan hosil qilgan kimyoviy birikmalari.

Oksidlash – metalni korroziyalanishidan saqlash uchun metall sirtida oksiddan iborat himoya pardasini hosil qilish.

Regenerasiya - turli ishlab chiqarishda ishlatiladigan metallarning dastlabki qimmatli xossalarini tiklash.

Rudalarni boyitish – rudalarga dastlabki ishlov berish, ularni ayni texnik-iqtisodiy sharoitda bevosita amaliy qimmati bo'lmagan bekorchi jismlardan ajratish jarayoni.

Sintez – oddiy moddalardan kimyoviy reaksiyalar yo'li bilan murakkab modda olish.

Suvning qattiqligi – suvning sovunni ko'pirtirmaslik, quyqa hosil qilish xususiyati bo'lib, bu suvda erigan ishqoriy er metallari tuzlarining miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Spektral analiz – moddalarning o'ziga xos spektrallarini o'rganish yo'li bilan ularni sifat va miqdoriy jihatdan aniqlash usuli.

Titrlash – analiz qilayotgan eritmaga sodir bo'layotgan reaksiyada ekvivalentlik qaror topguncha byuretkadagi reaktiv eritmasidan qo'shish.

Titrlangan eritmalar – hajmiy analizda ishlatiladigan va konsentratsiyasi aniq ma'lum bo'lgan eritmalar.

Tuzlar – dissosilanganida metallarning kationlari va kislota qoldiqlarining anionlari hosil bo'ladigan elektrolitlarga aytiladi.

Flotasiya – foydali qazilmalarni qattiq moddalarning suyuqliklar bilan turlicha ho'llanishiga asoslangan boyitish usuli.

Fotokimyoviy reaksiya – yorug'lik ta'sirida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiya.

Elektrolitik dissosialanish - elektrolitlarning suvda eriganida ionlarga ajralishiga aytiladi.

Elektrolitik dissosilanish darajasi – eritmadagi molekulalarning qancha qism ion holida ekanligini ko'rsatuvchi kattalikdir.

Elektrolitlar - ikkinchi tur o'tkazgichlar – molekulalari ionlarga parchalangan kislota, ishqor va tuzlarning eritmaları; eritmalar yoki suyuqlanmalarda ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini o'tkazadigan moddalarga aytiladi.

Elektroliz – elektrolitning suyuqlanmasi yoki eritmasi orqali elektr toki o'tganida elektrodalarda sodir bo'ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonidir.

Elektrolizyor yoki elektrolitik vanna – elektroliz o'tkazadigan asob.

Elektrokimyoviy korroziyalanish – metallning elektrolit muhitida emirilishida sistema ichida elektr toki vujudga kelgandagi emirilishiga aytiladi.

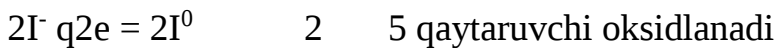
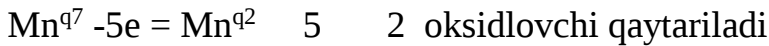
Elektrometallurgiya – shixtani oddiy temperaturada elektroliz qilish, suyuqlanmalarni elektroliz qilish yoki elektr tokining issiqligidan foydalanish hisobiga metallarni suyuqlantirish yo'li bilan elektr toki yordamida metallar olish va ularni tozalash.

Elektroforez – muallaq dispers zarrachalarning (mas. kolloid zarrachalarning) tashqi elektr maydon ta'siri ostida suyuq yoki gaz muhitida harakatlanishi.

TARQATMA MATERIALLAR

1. KMnO_4 ning KI bilan kislotali muhitda ta'sirlashuv reaksiyasida oksidlovchi ekvivalent massasini aniqlang.

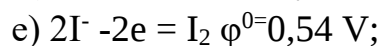
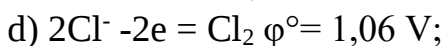
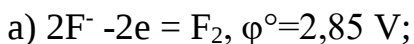
Yechish: Reaksiya quyidagicha boradi:



KMnO_4 oksidlovchi molekulasidagi har bir marganes atomi 5 ta elektron qabul qiladi. Demak, KMnO_4 ning bu jarayondagi ekvivalent massasi nisbiy molekulyar massaning $1/5$ qismiga teng, ya'ni:

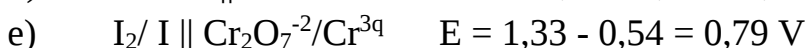
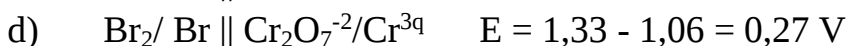
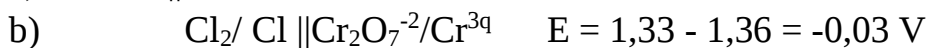
$$\text{Ekv}(\text{KMnO}_4) = \frac{M(\text{KMnO}_4)}{e(\text{soni})} = \frac{158}{5} = 31,6$$

2. Standart sharoitdagi quyidagi janayonlarda $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ni kislotali muhitda oksidlovchi sifatida qo'llash mumkinmi:



$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ q } 14\text{H}^+ \text{ q } 6e = 2\text{Cr}^{3+} \text{ q } 7\text{H}_2\text{O}$ sistema uchun standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali $1,33 \text{ V}$ ga teng.

Yechish. Quyidagi galvanik elementlar EYK larini aniqlaymiz:



Ko'rinishidagi kalicikaliy dioxromat oksidlovchi sifatida $2\text{Br}^- - 2e = \text{Br}_2$ va $2\text{I}^- - 2e = \text{I}_2$ jarayonlarda ($E > 0$ bo'lgan holatlar) qo'llanilishi mumkin.

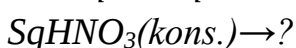
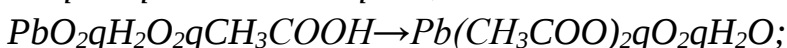
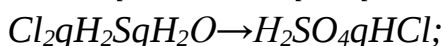
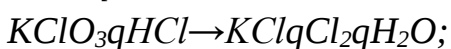
3. Zn^{2+} ionlari konsentratsiyasi $0,001 \text{ mol/l}$ bo'lgan rux tuzi eritmasi tushirilgan Zn ning elektrod potentsialini aniqlang.

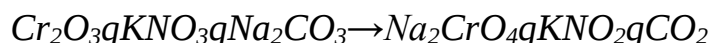
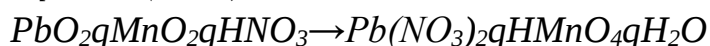
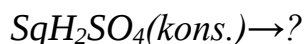
Yechish: Agar E° qiymati Zn/Zn^{2+} uchun $0,76$ ga teng bo'lsa, potentsial qiymati:

$$E = -0,76 \text{ q } (0,059/2) \cdot \lg 10^{-3} = -0,76 - 0,0295 \cdot 3 = -0,85 \text{ V}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

Quyidagi reaksiyani tugallang va qaytaruvchining koeffitsientini toping.
 $\text{KJqKClO}_3 \text{ q } \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow ?$





ELEKTROLITIK DISSOTSILANISH

1. Tarkibida 63 g $C_6H_{12}O_6$ saqlagan glyukoza eritmasining 1,4 litr hajmidagi osmotik bosimini hisoblang.

Yechish. Dastlab eritmadagi glyukoza miqdorini hisoblaymiz: $n = 63/180 = 0,35$ mol. Vant - Goff qonuniga asosan eritma osmotik bosimini hisoblaymiz:

$$P_{osm} = \frac{0,35 * 8,314 * 273}{1,4 * 10^{-3}} N / m^2 = 5,67 * 10^5 Pa$$

2. Agar 5 l eritmada 2,5 g elektrolitmas bo'lsa, bu elektrolitmasning molekulyar massasini aniqlang. Bu eritmaning $20^\circ C$ dagi osmotik bosimi $0,23 * 10^5 Pa$ ga teng.

A) 55 B) 53 C) 54 D) 56

Yechish. Miqdorni massa orqali $n = m/M$ ifodalab quyidagini olamiz:

$P_{osm} = mRT/(MV)$ Bundan erigan moddaning molyar massasini topamiz:

$$M = \frac{mRT}{P_{osm} V} = \frac{2,5 * 8,314 * 293}{0,23 * 10^5 * 5 * 10^{-3}} = 53 g / mol$$

3. 10 g benzol tarkibida 1 g nitrobenzol $C_6H_5NO_2$ saqlagan eritma qaynash va muzlash haroratlarini aniqlang. Benzolning krioskopik va ebulioskopik konstantalari tegishli 2,57 va $5,1^\circ C$. Sof benzolning qaynash harorati $80,2^\circ C$, muzlash harorati $-5,4^\circ C$.

Yechish. Nitrobenzolning benzoldagi eritmasi qaynash haroratining ko'tarilishi:

$$t_{qayn} = \frac{2,57 * 1000 * 1}{10 * 12311} = 2,09^\circ C$$

Demak, eritma qaynash harorati $t_{qsyn} = 2,09 + 80,2 = 82,29^\circ C$

Eritma muzlash haroratining pasayishi: $t_{qayn} = \frac{5,1 * 1000 * 1}{10 * 12311} = 4,14^\circ C$ yoki

bundan eritma muzlash haroratini topsak: $t_{muz} = 5,4 - 4,14 = 1,26^\circ C$

4. 0,552 g kamforaning 17 g efridagi eritmasi toza efriga nisbatan $0,461^\circ$ ga yuqori haroratda qaynaydi. Efrining ebulioskopik konstantasi $2,16^\circ C$. Kamforaning molekulyar massasini aniqlang.

Yechish. Kamforaning molekulyar massasini eritma qaynash harorati ko'tarilishi formulasidan foydalanib topamiz:

$$M = \frac{K_{eb} * 1000 * a}{\Delta t_q * b} = \frac{2,16 * 1000 * 0,552}{0,461 * 17} = 155,14$$

Demak, kamforaning molekulyar massasi 155,14 ga teng.

5. Ammoniy gidroksidning 0,01 M eritmasidagi ($K_d = 1,77 * 10^{-5}$) OH^- ionlarining konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish. Eritmadagi OH^- ionlarining konsentratsiyasini quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{\text{OH}} = \sqrt{K_d * C} = \sqrt{1,77 * 10^{-5} * 0,01} = 0,42 * 10^{-3} \text{ mol/l}$$

6. Ma'lum haroratdagi CaCO_3 eruvchanligi 0,0069 yoki $6,9 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$ ga teng. CaCO_3 uchun eruvchanlik ko'paytmasi qiymatini aniqlang.

Yechish. Eruvchanlikni molyarda ifodalaymiz:

$$S_{\text{CaCO}_3} = (6,9 \cdot 10^{-3}) / 100,09 = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

Har bir CaCO_3 molekulasini eriganda bittadan Ca^{2+} va CO_3^{2-} ionlarini hosil qilsa, unda $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$. Bundan

$$EK_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}] * [\text{CO}_3^{2-}] = 6,9 \cdot 10^{-5} * 6,9 \cdot 10^{-5} = 4,8 \cdot 10^{-9}$$

EK qiymatini bilgan holda o'z navbatida birikmaning eruvchanligini mol/l yoki g/l da hisoblash mumkin.

7. Tarkibida konsentratsiyasi $4,2 \cdot 10^{-3}$ ga teng kaliy gidroksid bo'lgan eritma pH vodorod ko'rsatkichini aniqlang.

Yechish. Eritmadagi gidroksid ionlari konsentratsiyasi topiladi: $C_{\text{QH}} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

Suvning ion ko'paytmasi ifodasidan vodorod ionlari konsentratsiyasini topsak:

$$C_{\text{H}^+} = K_{\text{H}_2\text{O}} / C_{\text{OH}} = 10^{-14} / 4,2 \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 10^{-11}$$

$$\text{Eritmadagi vodorod ko'rsatkichi: } \text{pH} = -\lg[\text{H}] = -\lg C_{\text{H}} = -\lg 0,24 \cdot 10^{-11} = 11,62$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Kaliy nitrat eritmasining dissotsilanish darajasi 72 % ga teng. 0,5 M li shu tuz eritmasining 200 ml miqdoridagi ionlar sonini hisoblang.

2. Sirka kislotaning 0,1 M li eritmasining dissotsilanish darajasi 1,32 % ga teng. shunday eritmaning 1 l hajmidagi vodorod ionlari sonini toping.

3. Dissotsilanish darajasi 95 % ga teng bo'lgan elektrolitning 120 ta molekulasi nechtasi dissotsilanishi mumkin?

4. 0,5 molyarli ammoniy gidroksid eritmasidagi OH^- ionlarning konsentratsiyasi 0,015 mol/l bo'lsa, elektrolitning dissotsilanish darajasi (%) qanchaga teng bo'ladi?

5. Agar magniy sulfatning dissotsilanish darajasi 12,5 % bo'lib, dissotsilangan molekular soni 15 ta bo'lsa, eritilgan molekular soni qancha bo'ladi?

ELEKTROLIZ

1) Xrom (III) nitrat eritmasining elektrolizida 10 daqiqa davomida 0,26 g xrom olingan. Bunda sarflangan tok kuchini aniqlang.

Yechish. Faradey qonunidan foydalanib sarflanadigan tokning kuchini topsak:

$$i = \frac{m * F}{Ekv * t} = \frac{0,26 * 96500}{\left(\frac{52}{3}\right) * 10 * 60} = 2,41 \text{ A}$$

2) Natriy suifat suvli eritmasini elektroliz qilish natijasida anodda 0,512 g kislorod ajralib chiqdi. Agar tok kuchi 10 ampemi tashkil etgan bo'lsa, elektroliz qancha vaqt davom etganligini aniqlang.

Yechish. Agar Faradey qonunidan foydalansak unda:

$$t = \frac{m * F}{E_{kv} * i} = \frac{0,512 * 96500}{8 * 10} = 617 \text{sekund}$$

3) Mis (I) sianid eritmasi orqali 2 soat davomida kuchi 0,1 a bo'lgan tok o'tkazildi. Buning natijasida katodda 0,3745 g mis ajraldi. Misning tok bo'yicha unumini aniqlang.

Yechish. Agar amaliy unumning nazariy unumga nisbatan ulushini (η) topsak:

$\eta = (m_{\text{amal}} / m_{\text{naz}}) * 100\%$ bo'lib, bunda η tok bo'yicha mis unumini ham ifodalaydi. Ya'ni:

$$m = \frac{E_{kv} * i * t}{n * F} = \frac{63,54 * 0,1 * 2 * 60 * 60}{1 * 96500} = 0,474 \text{gr}$$

Tok bo'yicha unumni hisoblasak: $\eta = (0,3745 / 0,474) * 100\% = 79 \%$

4) Mis kuporosi eritmasi orqali 12 daqiqa davomida 1,5 a kuchli elektr tok o'tkazildi. Bunda katodda ajralgan mis massasini aniqlang.

Yechish. Elektroliz tenglamasi: $2\text{CuSO}_4 \text{ q } 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} \text{ q } \text{O}_2 \text{ q } 2\text{H}_2\text{SO}_4$

$$m = \frac{E_{kv} * i * t}{F} = \frac{32 * 1,5 * 12}{1608} = 0,358 \text{gr}$$

Ajralib chiqadigan mis massasini topamiz:

Katodda 0,358 g Cu ajraladi

Mustaqil yechish uchun masalalar:

1. Valentligi 3 ga teng bo'lgan metall xloridi eritmasi orqali 30 minut davomida 1,5 A kuchli doimiy tok o'tkazilganda, katodda 1,071 g metall ajralib chiqqan. Shu metallni aniqlang.

2. Elektroliz jarayonining unumi 0,804 bo'lganda, 20 ml kadmiy sulfatning 0,1 M li eritmasidan barcha kadmiyni ajratib olish uchun tok kuchi 0,5 A bo'lgandagi jarayon vaqtini (minut) hisoblang.

3. Mis(II)sulfat eritmasining 2,5 soat davomida 0,6 A tok bilan elektroliz qilinganda hosil bo'ladigan sulfat kislota massasini (g) hisoblang.

4. Kaliy sulfat eritmasi orqali 15 A kuchli doimiy tok 24 soat davomida o'tkazilganda, anodda 70,8 l gaz mahsuloti hosil bo'lgan. Elektroliz jarayonining unumini hisoblang.

5. 8 soat davomida osh tuzi eritmasi orqali 2,5 A doimiy tok o'tkazilganda, anodda ajralib chiqqan mahsulot hajmini (l) hisoblang.

6. Quyidagi galvanik elementni tushuntiring va sxemasini tuzing.

TESTLAR

1. Ortofosfat kislotaga qanday tavsif to'g'ri keladi?

- A) kuchli elektrolit B) o'rtacha kuchli elektrolit C) kuchsiz elektrolit
D) suvda erimaydi E) noelektrolit

2. Kuchli elektrolitlar qatorini toping.

- A) kaliy xlorid, kalsiy sulfat, nitrat kislota, ammoniy gidroksid
B) alyuminiy xlorid, vodorod yodid, ammoniy xlorid, natriy nitrat
C) natriy nitrat, chumoli kislota, natriy propionat, bariy xlorid
D) nitrat kislota, natriy xlorid, sirka kislota, ammoniy xlorid
E) gipoxlorit kislota, fluorid kislota, karbonat kislota, perxlorat kislota

3. Quyidagi qatorlardan qaysi biri kuchli elektrolitlar qatori?

- A) KNO_3 , HNO_2 , H_2S , $Al(OH)_3$ B) $Fe(OH)_3$, HNO_3 , H_2SO_3 , $NaCl$
C) $LiOH$, $HClO_4$, H_2SO_4 , $KMnO_4$ D) $Al(OH)_3$, H_2CO_3 , $NaOH$, CH_3COOH
E) H_3PO_4 , HI , HF , $Sn(OH)_2$

4. Qaysimoddalar ionlarga dissotsilanadi?

- 1) temir(III)gidroksid;
2) nitratkislota; 3) magniixlorid; 4) missulfat; 5) mis(II)gidroksid;
A) 1,3,4 B) 2,4,5 C) 1,4,5 D) 1,2,5 E) 2,3,4

5. Moddalarning qaysilari ionlarga dissotsilanmaydi?

- 1) bariy nitrat; 2) mis(II)gidroksid; 3) alyuminiy xlorid; 4) mis oksid;
5) natriy karbonat; 6) temir(II)sulfid;
A) 1,4,6 B) 2,4,6 C) 1,3,5 D) 1,3,6 E) 3,4,5

6. Quyidagi moddalar orasidan elektrolitlarni tanlang.

- 1) kalsiy yodid; 2) kalsiy sulfat; 3) silikat kislota; 4) kaliy gidroksid;
5) qo'rg'oshin sulfid; 6) magniy nitrat;
A) 1,4,6 B) 2,5,6 C) 2,3,5 D) 3,5,6 E) 1,3,4

7. Anorganik birikmalar sinflaridan qaysilari elektrolit xususiyatiga ega? 1)

- oksidlar; 2) suvda erimaydigan gidroksidlar;
3) kislotalar; 4) tuzlar; 5) ishqorlar;
A) 1,3,5 B) 2,4,5 C) 1,2,3 D) 3,4,5 E) 1,4,5

8. Anorganik birikmalarning qaysilari suvli muhitda kuchsiz elektrolit xususiyatlariga ega? 1) suvda yomon eriydigan gidroksidlar; 2) tuzlar; 3) kislotalar;

- 4) amfoter oksidlar; 5) ishqorlar; 6) indifferent oksidlar;
A) 2,3,4 B) 1,4,6 C) 3,5,6 D) 2,3,5 E) 2,4,5

9. Qaysi qatorda kislotalarning dissotsilanish darajasi ortib borishi to'g'ri ko'rsatilgan? 1) sulfat kislota; 2) ortofosfat kislota; 3) xlorat kislota;

- 4) silikat kislota; A) 1,2,3,4 B) 4,3,2,1 C) 4,2,3,1 D) 3,1,2,4 E) 3,2,1,4

10. Qaysi erituvchida elektrolit eriganda, hosil bo'lgan qarama – qarshi ionlarning o'zaro tortish kuchi maksimal kamayadi?

A) etil spirti B) atseton C) benzol D) suv E) toluol

11. Quyidagi molekulalar orasidan kuchli elektrolitlarni tanlang:

1) temir(III)xlorid; 2) kalsiy gidroksid; 3) bariy gidroksid; 4) kaliy nitrat;
5) natriy gidrokarbonat; 6) sulfid kislota;

A) 1,3,4,5,6 B) 1,2,3,4,5 C) 2,3,4,5,6 D) 1,2,3,5,6 E) 1,2,3,4,6

12. Quyidagi moddalar orasidan kuchsiz elektrolitlarni tanlang:

1) vodorod ftorid kislota; 2) natriy atsetat; 3) ammoniy gidroksid; 4) natriy gidrokarbonat; 5) kaliy karbonat; 6) ammoniy sulfat; 7) magniy gidroksid; 8) nitrit kislota;

A) 1,4,6,7 B) 2,4,5,8 C) 3,5,6,7 D) 1,2,4,8 E) 1,3,7,8

13. Kuchli elektrolitlar qatorini ko'rsating.

1) magniy gidroksid; 2) natriy sulfat; 3) suv; 4) vodorod ftorid kislota;
5) kaliy sulfid; 6) alyuminiy xlorid;

A) 2,4,5 B) 1,2,6 C) 3,4,6 D) 2,5,6 E) 1,3,4

14. Kuchli elektrolitlar qatorini ko'rsating. 1) kumush nitrat; 2) mis gidroksid; 3) rux silikat; 4) magniy sulfat; 5) kaliy sulfid; 6) kumush ortofosfat; 7) kumush ftorid;

A) 1,4,5,7 B) 1,2,3,5 C) 2,4,6,7 D) 1,3,5,7 E) 3,5,6,7

15. Kuchli elektrolitlar qatorini ko'rsating. 1) kaliy xlorid; 2) temir(III)nitrat; 3) mis oksid; 4) kaliy sulfit; 5) kalsiy silikat; 6) berilliy gidroksid;

A) 1,2,4 B) 2,4,5 C) 1,5,6 D) 3,4,6 E) 2,3,5

16. Quyidagi birikmalar orasidan kuchsiz elektrolitlarni toping.

1) alyuminiy nitrat; 2) silikat kislota; 3) mis(II)karbonat; 4) temir(II)nitrat;
5) vodorod ftorid kislota; 6) natriy silikat;

A) 1,4,6 B) 2,3,5 C) 3,4,6 D) 2,4,6 E) 1,2,4

17. Qaysi qator faqat kuchli elektrolitlardan tashkil topgan?

A) KNO_3 , HCl , Na_2SO_4 , $LiOH$ B) KNO_3 , H_2SO_3 , $CaCO_3$, $Fe(OH)_2$
C) $Ni(OH)_2$, H_3PO_4 , Al_2O_3 , $NaCl$ D) $BaSO_4$, H_2CO_3 , $Al(OH)_3$, $AlCl_3$
E) $Ca(NO_3)_2$, $Mn(OH)_2$, HF , $NaNO_3$

18. Quyidagi qatorlardan qaysi biri kuchsiz elektrolitlar qatori?

A) $Fe(OH)_3$, KNO_3 , HNO_3 , $Zn(OH)_2$ B) HCl , $MgSO_4$, $Mn(OH)_2$, $NaOH$
C) NH_4OH , $Al(OH)_3$, H_2S , HNO_2 D) HNO_3 , $Pb(OH)_2$, H_3PO_4 , CH_3COOH
E) $NaOH$, $Cu(OH)_2$, $MnSO_4$, H_2O

19. Qaysi qator faqat kuchsiz elektrolitlardan tashkil topgan?

A) $Fe(OH)_3$, CH_3COOH , H_2SO_3 , $Cr(OH)_3$ B) $NaCl$, CH_3COOH , H_2SO_4 , $Co(OH)_2$,
C) $Al(OH)_3$, KNO_3 , H_2S , NH_4Cl D) NH_4Cl , H_2CO_3 , $Fe(NO_3)_2$, $Zn(OH)_2$

E) $Pb(OH)_2$, $HCOOH$, KNO_3 , $NaOH$

20.

Natriysilikateritmasiga qaysimoddan ingeritmasidan qo'shilsa cho'kmahosil bo'ladimi? A) KCl B) $NaOH$ C) H_2SO_4 D) KNO_3 E) Na_2SO_4

21. Kuchsizelektrolitlar qatorini ko'rsating.

A) NH_4OH , H_2O , H_2CO_3 , HCN B) CH_3COOH , CH_3COONa , $Mg(OH)_2$, NH_4OH

C) $NaOH$, $NaCl$, Na_2CO_3 , H_2SO_4 D) KOH , $Ca(OH)_2$, $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$

E) H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , $H_2S_2O_3$,

22. Quyidagi moddalardan faqat kuchli elektrolitlarni ko'rsating.

A) natriy gidroksid, xlorid kislota, kaliy xlorid, fluorid kislota

B) ammoniy gidroksid, kaliy yodid, nitrat kislota, yodid kislota

C) sirka kislota, suv, nitrat kislota, sulfat kislota

D) vodorod oksid, kaliy gidroksid, sirka kislota, sulfat kislota

E) perxlorat kislota, permanganat kislota, natriy gidroksid, kaliy permanganat

23. Faqat kuchsiz elektrolitlardan iborat guruhni ko'rsating.

1. alyuminiy gidroksid; ammoniy gidroksid; kislorod gidridi;

2. ammoniy gidroksid; sirka kislota; suv;

3. kalsiy sulfat, alyuminiy xlorid, sirka kislota.

4. vodorod sulfid, suv, karbonat kislota.

5. Rux xlorid, nitrit kislota, mis sulfat.

6. natriy gidroksid, vodorod fluorid kislota, rux gidroksid.

A) 1,2,4 B) 1,2,5 C) 2,3,4 D) 3,4,5 E) 1,4,6

24. Kuchli elektrolitlar guruhini ko'rsating.

1) kaliy xlorid, kalsiy sulfat, nitrat kislota, ammiak gidrati.

2) kaliy nitrat, sirka kislota, natriy atsetat, alyuminiy xlorid.

3) alyuminiy xlorid, xlorid kislota, ammoniy xlorid, natriy atsetat.

4) xlorid kislota, kaliy xlorid, sirka kislota, ammoniy xlorid.

A) 1 B) 4 C) 2,3 D) 1,2 E) 3

25. Kalsiy gidroksid eritmasi orqali teng mol miqdorda uglerod(IV)oksid o'tkazilganda, eritmaning elektrolitik o'tkazuvchanligi qanday o'zgaradi?

A) o'zgarmaydi B) keskin kamayadi C) keskin ortadi D) qisman kamayadi E) qisman ortadi

26. Quyidagi keltirilgan moddalardan qaysi biri elektrolitmas?

A) H_2SO_4 eritmasi B) $NaCl$ suyuqlanmasi C) H_2SO_4 (100 %)

D) $Ba(OH)_2$ eritmasi E) $Cu(NO_3)_2$ eritmasi

27. Elektrolitik xususiyatga ega bo'lgan juftlarni tanlang.

- A) alyuminiy nitrat va magniy oksid B) temir(II)gidroksid va kaliy permanganit
C) xlorid kislota va suv D) nitrat kislota va natriy sulfat
E) kaliy gidroksid va kalsiy karbonat

28. Elektrolitlar dissotsilanish jarayonining ta'rifi:

- A) birikmaning suvda erishi
B) aralashmani qizdirish yo 'li bilan ajratish
C) suv molekulalari ta'sirida birikmaning ionlarga parchalanishi
D) birikmani oddiy moddalarga parchalash
E) birikmaning parchalanishida yangi birikmalar hosil bo 'lishi

29. Elektrolitlar qatorini belgilang.

- A) osh tuzi, shakar, kislorod B) glyukoza, shakar, sulfat kislota
C) xlorid kislota, osh tuzi, soda D) azot, osh tuzi, soda E) soda, osh tuzi, shakar

30. Eng kuchli elektrolitlar qatorini aniqlang.

- A) karbonat kislota, osh tuzi, nitrat kislota
B) ammoniy atsetat, vodorod sulfid, nitrat kislota
C) xlorid kislota, nitrat kislota, osh tuzi
D) silikat kislota, sulfat kislota, nitrat kislota
E) karbonat kislota, xlorid kislota, sulfat kislota

31. Qanday moddalar yordamida natriy ishqor eritmasiga va shaffof ohak suviga sifat reaksiyasini amalga oshirish mumkin?

- A) fenolftalein, karbonat angidrid B) vodorod xlorid, fenolftalein
C) vodorod sulfid D) nitrat kislota E) kaliy nitrat

32. Elektrolitlarda qanday kimyoviy bog'lar mavjud bo'ladi? 1. Qutbli; 2. Ionli; 3. kovalentli; 4. metallik; 5. vodorod; A) 1,3 B) 2,4 C) 1,2 D) 3,5 E) 4,5

33. Qaysi qatorda faqat kuchli elektrolitlar berilgan?

- A) sulfat kislota, mis(II)gidroksid, mis(II)xlorid
B) sulfat kislota, fosfat kislota, xlorid kislota
C) bariy gidroksid, bariy nitrat, bariy xlorid
D) suv, vodorod sulfid, vodorod peroksid
E) etanol, nitrat kislota, triftorsirka kislota

34. Elektrolitlar eritmalaridagi ionlarning holati qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan? 1) ionlar erkin holatda bo'ladi; 2) ionlar bilan erituvchi molekulalari orasida o'zaro ta'sir vujudga kelmaydi; 3) ionlar erituvchi molekulalari bilan birikib, gidratlar yoki solvatlar hosil qiladi; 4) ionlar erituvchi molekulalari bilan o'zaro ta'sirlashadi;

- A) 1,2 B) 1,3 C) 1,4 D) 2,3 E) 3,4

DISSOTSILANISH DARAJASI VA KONSTANTASI

1. 0,02 M li sulfat kislota to'la dissotsilangan eritmadagi vodorodning mol-ion miqdorini hisoblang. A) 2,00 B) 0,20 C) 0,02 D) 0,04 E) 0,06
2. 18 °S da sirka kislotaning 0,1 M li eritmasida kislotaning dissotsilanish darajasi 3 % ga teng bo'lsa, eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasini (mol/l) toping. A) 0,003 B) 0,006 C) 0,005 D) 0,002 E) 0,008
3. Kalsiy nitratning dissotsilanish darajasi 72 % bo'lsa, uning 0,5 M li eritmasining 200 ml hajmidagi anionlar massasi qanchaga teng bo'ladi? A) 4,45 B) 8,9 C) 6,2 D) 12,4 E) 24,8
4. Kaliy nitrat eritmasining dissotsilanish darajasi 72 % ga teng. 0,5 M li shu tuz eritmasining 200 ml miqdoridagi ionlar sonini hisoblang. A) $1,3 \cdot 10^{23}$ B) $1,8 \cdot 10^{23}$ C) $0,13 \cdot 10^{22}$ D) $0,43 \cdot 10^{23}$ E) $0,87 \cdot 10^{23}$
5. Sirka kislotaning 0,1 M li eritmasining dissotsilanish darajasi 1,32 % ga teng. shunday eritmaning 1 l hajmidagi vodorod ionlari sonini toping. A) $0,8 \cdot 10^{21}$ B) $1,32 \cdot 10^{23}$ C) $1,32 \cdot 10^{20}$ D) $0,66 \cdot 10^{20}$ E) $2,64 \cdot 10^{20}$
6. Dissotsilanish darajasi 95 % ga teng bo'lgan elektrolitning 120 ta molekulasi nechtasi dissotsilanishi mumkin? A) 114 B) 94 C) 104 D) 84 E) 74
7. 0,5 molyarli ammoniy gidroksid eritmasidagi OH^- ionlarning konsentratsiyasi 0,015 mol/l bo'lsa, elektrolitning dissotsilanish darajasi (foizlarda) qanchaga teng bo'ladi? A) 3 B) 5 C) 2 D) 10 E) 8
8. Agar magniy sulfatning dissotsilanish darajasi 12,5 % bo'lib, dissotsilangan molekulalar soni 15 ta bo'lsa, eritilgan molekulalar soni qancha bo'ladi? A) 45 B) 60 C) 90 D) 105 E) 120
9. Agar 96 ta molekuladan 6 tasi dissotsilansa, elektrolitning dissotsilanish darajasi (%) qanchaga teng bo'ladi? A) 2,05 B) 3,10 C) 6,25 D) 9,50 E) 12,75
10. Dissotsilanish darajasi 12 % bo'lgan elektrolitning 24 ta molekulasi dissotsilangan bo'lsa, eritilgan molekulalar soni qancha bo'ladi? A) 20 B) 45 C) 150 D) 200 E) 120
11. Eritma konsentratsiyasining ortishi natijasida kuchsiz elektrolitlarning dissotsilanish darajasi qanday o'zgaradi? A) ortadi B) kamayadi C) ortadi, so'ngra kamayadi D) kamayadi, so'ngra ortadi E) o'zgarmaydi
12. Sianid kislotaning 0,1 molyarli eritmasida vodorod ionlarining konsentratsiyasi $6 \cdot 10^{-3}$ mol/l bo'lsa, kislotaning dissotsilanish darajasini aniqlang.

A) 0,04 B) 0,06 C) 0,08 D) 0,10 E) 0,12

13. Dissotsilanish darajalari 100 % bo'lgan sharoitda bir xil molyar konsentratsiyali qaysi tuz eritmasida ionlar miqdori ko'proq bo'ladi?

A) kaliy nitrat B) qizil qon tuzi C) magniy sulfat

D) kaliy permanganat E) temir(III)sulfat

14. Agar chumoli kislotaning dissotsilanish darajasi 3 % bo'lsa, uning 0,1 molyarli eritmasidagi vodorod ionlari konsentratsiyasini aniqlang.

A) $3 \cdot 10^{-3}$ B) $2 \cdot 10^{-3}$ C) $1 \cdot 10^{-4}$ D) $0,5 \cdot 10^{-3}$ E) $0,2 \cdot 10^{-3}$

15. Elektrolitning har 150 ta molekulasidan 90 tasi ionlarga ajralgan bo'lsa, uning dissotsilanish darajasi necha foizga teng? A) 90 B) 60 C) 80 D) 70 E) 75

16. Agar elektrolitning dissotsilanish darajasi $\alpha=25$ % bo'lib, eritmaga $3 \cdot 10^{20}$ ta molekula kiritilgan bo'lsa, elektrolitning nechta molekulasi dissotsilangan bo'ladi?

A) $7,5 \cdot 10^{19}$ ta B) $1,2 \cdot 10^{21}$ ta C) $6 \cdot 10^{23}$ ta D) $8,3 \cdot 10^{22}$ ta E) $8,3 \cdot 10^{20}$ ta

17. Kaliy nitratning 1 mol/l eritmasidan 1,0 l berilgan. Bu eritmada tuzning dissotsilanish darajasi 70 % ga teng. Necha gramm elektrolit ionlarga dissotsilangan?

A) 70,8 B) 71,9 C) 72,6 D) 70,7 E) 70,1

18. Elektrolitning dissotsilanish darajasini oshirish uchun qanday amallarni bajarish kerak? 1)elektrolitni sovitish; 2)elektrolitga suv qo'shish; 3)elektrolitni bug'latish; 4)bosimni orttirish; 5)eritmani isitish; 6)bosimni kamaytirish; A) 2,5 B) 1,3 C) 4,6 D) 2,4 E) 3,5

19. CHumoli kislotaning dissotsilanish darajasi 0,026 bo'lsa, uning 0,03 molyar konsentratsiyali eritmasidagi vodorod ionlari molyar konsentratsiyasini hisoblang.

A) 0,86 B) 0,115 C) 0,0115 D) 0,08 E) 0,0008

20. Hajmi 0,5 l bo'lgan xlorid kislotaning 0,02 M eritmasidagi H^+ va Cl^- ionlarining massasini toping. (dissotsilanish darajasi 92 % ga teng).

1) 0,0092; 2) 0,092; 3) 0,92; 4) 0,33; 5) 5,36; 6) 0,37;

A) 1,4 B) 2,5 C) 3,6 D) 2,4 E) 3,5

21. Sirka kislotaning 0,0125 M eritmasining dissotsilanish darajasi 0,04 ga teng. Vodorod ionlarining mol miqdorini toping.

A) $5 \cdot 10^{-4}$ B) $2 \cdot 10^{-4}$ C) $4 \cdot 10^{-3}$ D) 0,00025 E) $1,5 \cdot 10^{-4}$

22. Konsentratsiyalari 0,5 M kaliy xlorid, 0,15 M kaliy sulfat va 0,45 M kaliy fosfat bo'lgan eritmalarda dissotsilanish darajasi 0,96 bo'lganda, kationning konsentratsiyasini (mol/l) hisoblang.

A) 1,98 B) 2,15 C) 2,28 D) 2,06 E) 2,45

23. Konsentratsiyasi 0,125 mol/l temir(III)sulfat eritmasining dissotsilanish darajasi 1,0 bo'lganda kation va anionlar konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang.

A) 0,5 va 0,75 B) 0,250 va 0,375 C) 2 va 3 D) 0,30 va 0,25 E) 0,375 va 0,250

24. Dissotsilanish konstantasi $2,8 \cdot 10^{-8}$ bo'lgan gipoxlorit kislotaning 25°S da $0,02$ molyarli eritmasining dissotsilanish darajasini hisoblang.

A) $1,7 \cdot 10^{-3}$ B) $1,7 \cdot 10^{-5}$ C) $2,8 \cdot 10^{-4}$ D) $1,5 \cdot 10^{-3}$ E) $1,2 \cdot 10^{-3}$

25. Ma'lum sharoitda kalsiy gidroksidning $0,5$ molyarli eritmasida uning $0,175$ mol miqdori ionlarga dissotsilangan. Eritmaning dissotsilanish darajasini hisoblang.

A) $0,3$ B) $0,4$ C) $0,35$ D) $0,45$ E) $0,48$

26. Sirka kislotaning 3 M li eritmasida vodorod ionlarining konsentratsiyasi $0,03$ mol/l bo'lsa, dissotsilanish darajasini (%) toping.

A) 2 B) 5 C) 3 D) 6 E) 1

27. Dissotsilanish darajasi qanday omillarga bog'liq? 1.temperaturaga;

2. konsentratsiyaga; 3.erituvchi tabiatiga; 4.erigan modda tabiatiga;

A) $1,2,3$ B) $1,3,4$ C) $3,4$ D) $2,3,4$ E) $1,2,3,4$

28. Ma'lum hajmdagi kuchsiz bir negizli kislota eritmasida $6,02 \cdot 10^{18}$ ta vodorod ionlari va $5,96 \cdot 10^{20}$ ta kislota molekulasini bor. SHu kislotaning α (%) qiymati nechaga teng.

A) $1,5$ B) $1,0$ C) $2,0$ D) $3,4$ E) $5,6$

29. Dissotsilanish darajasi $0,032$ ga teng bo'lgan $0,2\text{ M}$ li chumoli kislotaning dissotsilanish konstantasini aniqlang.

A) $1,5 \cdot 10^{-3}$ B) $2 \cdot 10^{-3}$ C) $2 \cdot 10^{-4}$ D) $2,5 \cdot 10^{-4}$ E) $3 \cdot 10^{-4}$

30. Sulfat kislotaning $0,1\text{ M}$ $0,5\text{ dm}^3$ eritmasidagi ($\alpha=100\%$) sulfat ionlarining massasini toping.

A) $7,5$ B) $3,75$ C) $4,8$ D) $9,6$ E) $4,55$

31. $0,2$ mol ammoniy bixromat tuzi eritmada ionlarga ajralganda hosil bo'lgan barcha zarrachalarning sonini hisoblang.

A) $1,8 \cdot 10^{24}$ B) $12 \cdot 10^{23}$ C) $1,2 \cdot 10^{23}$ D) $2,4 \cdot 10^{23}$ E) $3,6 \cdot 10^{23}$

32. Molyar konsentratsiyasi $0,25\text{ mol/l}$ PO_4^{3-} ionlari bo'lgan eritmaning 2 l miqdoridagi ionlar massasini hisoblang.

A) $23,75$ B) $24,5$ C) $47,5$ D) 49 E) 380

33. Kaliy xloridning $0,5\text{ M}$ 250 ml eritmasidagi K^+ va Cl^- ionlarining massasini hisoblab toping.

1) $4,44$; 2) $444,0$; 3) $44,4$; 4) $487,5$; 5) $48,75$; 6) $4,88$;

A) $1,4$ B) $2,5$ C) $3,6$ D) $1,6$ E) $6,1$

34. Rux nitratning $0,25\text{ M}$ 500 ml eritmasidagi Zn^{2+} va NO_3^- ionlarining massasini toping.

1) $81,25$; 2) $8,13$; 3) $812,5$; 4) $1,55$; 5) 155 ; 6) $15,5$

A) $1,4$ B) $2,5$ C) $3,6$ D) $2,4$ E) $2,6$

35. Alyuminiy xloridning $1,5\text{ mol}$ miqdoridagi xlor ionlari sonini toping.

A) $2,7 \cdot 10^{24}$ B) $4,5$ C) 3 D) $106,5$ E) $18 \cdot 10^{23}$

36. Yil davomida odam 7 kg osh tuzi istemol qilganda, har kuni qabul qilingan xlorid ionlarining massasi qancha bo'ladi?

A) $11,6$ B) $12,1$ C) $22,2$ D) $10,7$ E) $9,8$

37. Kaliy xlorid va natriy xlorid aralashmasidan eritib tayyorlangan 6 l eritmada 4 mol Cl^- va 1 mol K^+ ioni mavjud. SHu eritmada Na^+ ioni massasini hisoblang. A) 92 B) 58,5 C) 46 D) 23 E) 69

38. 41 g Na_3PO_4 suvda eritilib, hajmi 750 ml ga etkazildi. Hosil bo'lgan eritmada natriy ionlarining konsentratsiyasini (mol/l) toping.

A) 0,01 B) 0,4 C) 0,25 D) 1 E) 1,5

39. 0,5 M li 50 ml $NaOH$ 1 M 50 ml HCl aralashtirilganda, eritmada qaysi ionning miqdori eng ko'p bo'ladi? A) Na^+ B) OH^- C) H^+ D) Cl^- E) hammasi teng

40. 0,3 M $CaBr_2$ va 0,3 M $NaBr$ lar eritmalarining teng hajmlari aralashtirilganda, eritmada brom ionlarining molyar konsentratsiyasi qanday bo'ladi? A) 0,1 B) 0,45 C) 0,9 D) 0,6 E) 0,3

41. 0,15 M li $AgNO_3$ ning 200 millilitri bilan 0,25 M li 50 ml $BaCl_2$ eritmali aralashtirilgandan so'ng hosil bo'lgan eritmada xlor ionlarining mol miqdorini hisoblang.

A) 0,02 B) 0,005 C) 0,025 D) 0,03 E) 0,0

42. Quyidagi javoblarda natriy kationlari va nitrat anionlarining suvdagi konsentratsiyalari (g/l) keltirilgan. Qaysi eritmada shu ionlarning miqdori bir xil bo'ladi?

A) 0,69; 1,86 B) 0,46; 1,68 C) 0,69; 0,93 D) 0,23; 0,93 E) 0,46; 0,84

43. Bir litr suvdagi vodorod ionlari soni $6,02 \cdot 10^{16}$ ga teng. Ionlarga dissotsilangan suv molekulasi bittasiga nechta suv molekulasiga to'g'ri kelishini hisoblang.

A) $4,55 \cdot 10^9$ B) $5,56 \cdot 10^8$ C) $5,56 \cdot 10^9$ D) $4,55 \cdot 10^8$ E) $4,55 \cdot 10^7$

44. $Sr(XO_3)_2$ birikmasining 63,6 gram suvda ionlarga to'la dissotsilanadi. Hosil bo'lgan kation va anionlarning eritmada miqdori 0,9 mol bo'lsa, X elementning atom massasini toping.

A) 35,5 B) 14 C) 12 D) 80 E) 127

45. Teng hajmli 0,12 M $ZnCl_2$ va 0,25 M li KON eritmali aralashtirilgandan so'ng, eritmada mavjud bo'lgan OH^- ionlarining molyar konsentratsiyasini aniqlang. A) 0,005 B) 0,03 C) 0,05 D) 0,025 E) 0,045

46. 0,5 l 0,5 M li $MgCl_2$ va 0,5 l 0,2 M li K_3RO_4 eritmali aralashtirilganda hosil bo'lgan eritmada barcha ionlarning miqdorini toping.

A) 0,2 - Mg^{2+} ; 0,5 - Cl^- ; 0,1 - K^+

B) 0,1 - Mg^{2+} ; 0,5 - Cl^- ; 0,2 - K^+

C) 0,3 - PO_4^{3-} ; 0,5 - K^+ ; 0,3 - Cl^-

D) 0,1 - PO_4^{3-} ; 0,2 - Mg^{2+} ; 0,3 - K^+

E) $0,1 - Mg^{2+}$; $0,5 - Cl^{-}$; $0,3 - K^{+}$

47. Dengiz suvlarining 1 litri tarkibida 1,27 g magniy ionlari bo'lishi aniqlangan bo'lsa, 100 ml dengiz suvidagi Mg^{2+} ionlari sonini toping.

A) $2,18 \cdot 10^{21}$ B) $3,18 \cdot 10^{21}$ C) $3,18 \cdot 10^{22}$ D) $3,18 \cdot 10^{23}$ E) $2,18 \cdot 10^{23}$

48. Tabiiy shifobaxsh suvlar tarkibida Fe^{2+} ionlari mavjud bo'lib, ularning 1 l suvdagi miqdori 100 mg ni tashkil etadi. 100 ml suvdagi Fe^{2+} ionlari sonini toping. A) $1,075 \cdot 10^{20}$ B) $2,075 \cdot 10^{20}$ C) $6,02 \cdot 10^{20}$ D) $2,03 \cdot 10^{20}$ E) $12,04 \cdot 10^{20}$

49. Hajmi 2 l bo'lgan $KAl(SO_4)_2$ ning 0,25 M konsentratsiyali eritmasidagi jami ionlar sonini hisoblang.

A) $6 \cdot 10^{23}$ B) $3 \cdot 10^{23}$ C) $12 \cdot 10^{23}$ D) $15 \cdot 10^{23}$ E) $2,4 \cdot 10^{23}$

50. Tarkibida 0,01 mol modda saqlovchi alyuminiy sulfat eritmasidagi ionlar sonini aniqlang.

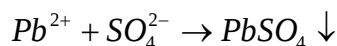
A) $3 \cdot 10^{22}$ B) $1,2 \cdot 10^{23}$ C) $6 \cdot 10^{22}$ D) $1,5 \cdot 10^{23}$ E) $3 \cdot 10^{23}$

ION ALMASHINISH TENGLAMALARI

1. Ionli tenglama $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$ ni molekulyar ko'rinishda yozish uchun quyidagilarning qaysi biridan foydalanish kerak?

A) Cu^{2+} , PO_4^{3-} B) Li^{+} , PO_4^{3-} C) K^{+} , Cl^{-} D) Mg^{2+} , SO_4^{2-} E) Fe^{3+} , SO_3^{2-}

2. Quyidagi reaksiyaning ionli tenglamasini molekulyar shaklda yozish uchun keltirilgan ion juftlarning qaysilaridan foydalanish mumkin?



A) NO_3^{-} va Ba^{2+} B) SO_4^{2-} va K^{+} C) OH^{-} va Na^{+} D) PO_4^{3-} va Ba^{2+} E) NO_3^{-} va

K^{+}

3. Quyidagi qaysi moddalarning eritmalariga ishqor ta'sir ettirilsa, cho'kma hosil bo'ladi? 1) natriy sulfat; 2) xlorid kislota; 3) mis(II)sulfat; 4) alyuminiy xlorid; 5) temir(III)sulfat; 6) ammoniy xlorid; 7) temir(II)sulfat;

A) 3,5 va 7 B) 1,3,4 va 6 C) 3,4,7 va 6 D) 2,3,5 va 7 E) 3,4,5 va 7

4. $BaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$ reaksiyasi natijasida qanday mahsulotlar hosil bo'ladi?

1) cho'kma; 2) asos; 3) gaz modda; 4) kislota; 5) suv;

A) 1,2,3 B) 1,3,4 C) 1,3,5 D) 2,4,5 E) 3,4,5

5. Qaysi moddalar eritmasiga kumush nitrat eritmasidan qo'shilganda reaksiya sodir bo'ladi? 1) kaliy xlorid; 2) natriy gipoxlorit; 3) ammoniy xlorid; 4) kaliy xlorat; 5) kaliy yodid; 6) natriy perxlorat;

A) 1,3,5 B) 1,4,5 C) 2,4,6 D) 1,2,6 E) 1,3,6

6. Reaksiya tenglamasi $Zn(OH)_2 + KOH \rightarrow \dots$ ni tugallang va uning qisqartirilgan ion-molekulyar tenglamasidagi ionlar sonini hisoblang.

A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 7

7. Quyidagi reaksiyada $Cl_2 + KOH \rightarrow KClO_3 + KCl + H_2O$ nechta ion qatnashadi?

A) 12 B) 18 C) 19 D) 22 E) 24

8. Qaysi moddalar orasidagi reaksiyalar oxirigacha sodir bo'ladi?

- 1) natriy gidroksid q ortofosfat kislota; 2) bariy sulfat q rux xlorid;
3) temir(II)gidroksid q natriy nitrat; 4) mis xlorid q natriy karbonat;
5) magniy nitrat q kumush xlorid; 6) bariy sulfid q mis xlorid;
7) sulfat kislota q natriy ortofosfat;

A) 1,4,6 B) 1,2,7 C) 2,5,6 D) 3,6,7 E) 1,3,5

9. Qaysi moddalar orasidagi reaksiya oxirigacha bormaydi?

- 1) natriy karbonat q xlorid kislota; 2) magniy xlorid q silikat kislota;
3) kalsiy nitrat q natriy karbonat; 4) kaliy xlorid q ichimlik soda;
5) ammoniy sulfat q kalsiy xlorid; 6) nitrat kislota q mis xlorid;
7) kumush nitrat q kaliy sulfat; 8) kaliy gidroksid q nitrat kislota;

A) 3,7,8 B) 4,6,7 C) 2,4,7 D) 3,5,8 E) 1,4,6

10. Quyidagilar orasidan qaytar reaksiyada qatnashadiganlarni tanlang.

- 1) bariy nitrat q natriy sulfat; 2) temir(III)xlorid q kaliy gidroksid;
3) kaliy xlorid q natriy nitrat; 4) ammoniy sulfat q kalsiy xlorid;
5) mis nitrat q xlorid kislota; 6) natriy sulfid q mis xlorid;

7) kumush nitrat q natriy fluorid; A) 1,3,4 B) 2,4,7 C) 3,5,7 D) 1,5,7 E) 3,4,7

11. Qaytmas reaksiyalarda qatnashadigan juftlarni tanlang.

- 1) temir(II)nitrat q bariy gidroksid; 2) rux xlorid q kaliy nitrat;
3) ammoniy gidroksid q xlorid kislota; 4) natriy sulfat q kaliy gidroksid;
5) natriy gidrokarbonat q nitrat kislota; 6) natriy karbonat q magniy xlorid;

A) 1,3,5,6 B) 1,2,4,5 C) 2,3,5,6 D) 1,2,3,4 E) 1,3,4,5

12. Qisqartirilgan ushbu ionli tenglamani (suvli eritmada) $Fe^{3+} + \dots \rightarrow Fe(OH)_3 + \dots$

tuzishda qaysi boshlang'ich moddalar qatnashishi mumkin?

- A) temir(III)xlorid, kaliy karbonat, suv B) temir(III)nitrat, nikel gidroksid
C) temir(III)xlorid, vodorod oksid D) temir(III)karbonat, kalsiy sulfat
E) kaliy sulfat, temir(III)xlorid

13. Stronsiy gidroksid va karbonat kislotaaning ekvimolyar miqdorlari reaksiyaga kirishganda, eritmada qanday ionlar qoladi?

A) stronsiy B) gidroksid C) vodorod D) karbonat E) erkin ionlar bo'lmaydi

14. Rux xlorid va natriy sulfid (molyar miqdorda) orasidagi reaksiya natijasida eritmada qanday ionlar qoladi? 1) Rux; 2) sulfid; 3) xlorid; 4) natriy; A) 2,4

B) 1,3 C) 3,4 D) erkin ionlar bo'lmaydi E) 1,2

15. Kalsiy nitrat bilan kaliy ortofosfat orasidagi reaksiyaning to'la ionli

tenglamasida nechta ion qatnashadi? A) 12 B) 30 C) 17 D) 8 E) 29

16. Bariy xlorid va kaliy karbonat orasidagi reaksiyaning to'la ionli tenglamasida nechta ion qatnashadi? A) 5 B) 7 C) 10 D) 13 E) 19

17. Quyidagi reaksiyalarning tenglamasini molekulyar shakldi yozish uchun keltirilgan ion juftlarining qaysilaridan foydalanish mumkin?
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

A) NH_4^+ va CO_3^{2-} B) Al^{3+} va CN^- C) Ca^{2+} va NO_2^- D) K^+ va S^{2-} E) Cs^+ va NO_3^-

18. 2 mol natriy fosfat eritmasiga 3 mol kalsiy xlorid eritmasi qo'shilgan. Hosil bo'lgan eritmada qanday ionlar bor? 1) Na^+ 2) PO_4^{3-} 3) Ca^{2+} 4) Cl^- A) 1 va 2 B) 1,2,3 va 4 C) 1 va 4 D) 2 va 3 E) 3 va 4

19. CHap tomoni keltirilgan sxemalarning qaysi birida o'ng tomonida minimal miqdordagi ionlar qatnashadi?

1) $\text{AlCl}_3 \text{ q } \text{K}_2\text{CO}_3 \text{ q } \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 2) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \text{ q } \text{NaOH} \rightarrow$ 3) $\text{NaHCO}_3 \text{ q } \text{HCl} \rightarrow$
4) $\text{KHCO}_3 \text{ q } \text{KOH} \rightarrow$

A) 1.2 B) 1.3 C) 1.4 D) 2.3 E) 3.4

20. Suvli eritmada qaysi reaksiya qaytmas bo'ladi?

A) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ q } \text{HCl} \rightarrow$ B) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ q } \text{KCl} \rightarrow$ C) $\text{CuCl}_2 \text{ q } \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
D) $\text{CuCl}_2 \text{ q } \text{NaOH} \rightarrow$ E) $\text{KCl} \text{ q } \text{NaNO}_3 \rightarrow$

21. Qaysi moddalar orasidagi reaksiya natijasida cho'kma, gaz va yomon dissotsialanuvchi modda hosil bo'ladi?

A) $\text{BaCO}_3 \text{ q } \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ B) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \text{ q } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ C) $\text{CaSO}_4 \text{ q } \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow$
D) $\text{AgNO}_3 \text{ q } \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$ E) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \text{ q } \text{NaOH} \rightarrow$

22. Quyidagi reaksiyaning qisqartirilgan ionli tenglamasining o'ng tomonida nechta ion qatnashadi? $\text{FeSO}_4 \text{ q } \text{NaOH} \rightarrow$ A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) 0

23. Quyidagi reaksiyalarning qaysi birida cho'kma hosil bo'ladi?

A) ammoniy gidroksid q vodorod xlorid $\rightarrow$
B) natriy gidrosulfid q natriy gidroksid $\rightarrow$
C) sulfat kislota q kaliy gidroksid $\rightarrow$
D) kalsiy gidrokarbonat q kaliy gidroksid $\rightarrow$
E) mis(II)gidroksid q nitrat kislota $\rightarrow$

24. Qanday ionlar orasidagi reaksiya oxirigacha boradi?

A) $\text{Na}^+ \text{ q } \text{SiO}_3^{2-} \rightarrow$ B) $\text{K}^+ \text{ q } \text{CO}_3^{2-} \rightarrow$ C) $\text{Ca}^{2+} \text{ q } \text{Cl}^- \rightarrow$ D) $\text{Ca}^{2+} \text{ q } \text{CO}_3^{2-}$ E) $\text{Na}^+ \text{ q } \text{NO}_3^- \rightarrow$

25. Qaysi juft moddalar suvli eritmada birgalikda ion holida mavjud bo'la oladilar (gidroliz jarayonini hisobga olmagan sharoitda)?

- A) kumush ftorid va natriy xlorid B) bariy xlorid va natriy fosfat
 C) kaliy nitrat va ammoniy xlorid D) bariy nitrat va natriy sulfat
 E) magniy bromid va kumush nitrat

26. Quyidagi reaksiyalarning qaysilari suvli eritmada oxirigacha sodir bo'ladi?

- 1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$ 2) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} \rightarrow$ 3) $\text{CaCl}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 4) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{NaNO}_3 \rightarrow$ 5) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl} \rightarrow$ 6) $\text{CuBr}_2 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow$
 A) 1.2.6 B) 1.3.6 C) 2.4.6 D) 3.4.6 E) 1.5.6

27. Quyidagi qaysi holatda reaksiya sodir bo'ladi?

- A) rux nitrat q natriy sulfat $\rightarrow$ B) magniy xlorid q natriy sulfat $\rightarrow$
 C) natriy xlorid q bariy sulfat $\rightarrow$ D) natriy xlorid q kumush nitrat $\rightarrow$
 E) natriy ftorid q kumush nitrat $\rightarrow$

28. Amalda oxirigacha boradigan reaksiyani ko'rsating.

- A) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuCl}_2 \rightarrow$ B) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ C) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow$
 D) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$ E) $\text{NaCl} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$

29. Amalda oxirigacha bormaydigan reaksiyani ko'rsating.

- A) $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$ B) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ C) $\text{FeSO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
 D) $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 \rightarrow$ E) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

30. CuCl_2 eritmasidan qaysigazo'tkazilsa, qoracho'kmahosil bo'ladi?

- A) CO_2 B) Cl_2 C) H_2S D) H_2 E) SO_2

31. Quyidagi ion almashinish reaksiyalaridan qaysi biri amalga oshadi?

- A) $\text{FeCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$ B) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ C) $\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 D) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ E) $\text{NaOH} + \text{BaSO}_4 \rightarrow$

32. Oxirigachaboradiganreaksiyalarnitanlang.

- 1) H_2SO_4 va NaCl ; 2) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ va K_2CO_3 ; 3) Na_2SO_4 va HCl ;
 4) KI va AgNO_3 ; 5) CH_3COONa va HCl ; 6) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ va K_2S ;
 A) 2,3,5,6 B) 1,3,5,4 C) 1,2,4,5 D) 2,4,5,6 E) 1,4,5,6

33. Oxirigacha boradigan reaksiyani aniqlang?

- A) $\text{NaOH} + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
 B) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$ C) $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow$ D) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия: учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 672 с.
2. N.Tangyarikov, N.T.Rashidova, G.Avalboyev. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” darslik//Гриф № 233-0844 “LESSON PRESS” nashriyoti. Toshkent 2022. 338 bet.
3. N.S.Tangyarikov, R.Alieva, S.S.Vaqqosov, A.K.Mamatqulov. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalarining jihozlari va loyihalash asoslari. Darslik. O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 17.07.2023 yil 314 sonli buyrug’iga asosan. Ruxsatnoma № 439762316971533024 200b.
4. Сосновская Н. Г. Электролитическое получение металлических порошков и электролиз расплавленных сред: учеб.пособие по курсу "Основы электрохимической технологии" Ангарск: АГТА, 2006.
5. Oldham, Keith B.Electrochemical science and technology: fundamentals and applications/ This edition first published 2012.
6. А.Г.Бережная. Электрохимические технологии и материалы: учебное пособие/ А. Г. Бережная; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017.- 118с.—ISBN-978-5-9275-2417-4.
7. П.Б.Кубрак [и др.]. Электрохимический синтез и гидроэлектрометаллургия. Лабораторный практикум:учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-480104 "Технология электрохимических производств"/-Минск:БГТУ,2016.-43с.
8. Н.Г.Бахчисарайцын и др. Практикум по прикладной электрохимии: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н., Варыпаева. В.Н. Кудрявцева. – Изд.3-е, перераб. – Л.: Химия, 1990. – 303 с.
9. Мамаев, В. И. Никелирование: учеб. пособие /В. И. Мамаев, В. Н. Кудрявцев.-М.: РХТУ им.Д.И.Менделеева, 2014.-189с.: ил.- Библиогр.: с. 186-189 (53 назв.). - 500 экз.-ISBN 978-5-7237-1150-1:
- 10.P. Zanello. University of Siena, Italy Inorganic Electrochemistry. Theory, Practice and Application. The Royal Society of Chemistry 2003. Pp: 634. ISBN 0-85404-661-5.
- 11.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.— 264с.

12. Сосновский Г. Н., Сосновская Н. Г. Основы электрохимической технологии. Гальванотехника. Учебное пособие. Ангарская государственная техническая академия. – Ангарск: АГТА, 2004. – 108 с.
13. Иванова, Н. П. И 18 Прикладная электрохимия: учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств» / Н. П. Иванова, И. М. Жарский. – Минск: БГТУ, 2009. – 76 с. ISBN 978-985-434-883-4.
14. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования и правила оформления: учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / сост. К. Г. Земляной, И. А. Павлова. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 116 с
15. И.Г. Бобрикова. Оборудование и основы проектирования: учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ (направление подготовки «Химическая технология») / И.Г. Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017. – 156 с.
16. Фокс Р. Зеленая революция: Экономический рост без ущерба для экологии/Ральф Фокс Пер. с нем.-М.:Альпина нон- фикшн, 2016.- 330 с.

17. Axborot manbalari

www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portali
<http://ziyonet.uz/>
<http://www.sciencedirect.com/>
<http://www.chem.msu.su/>
<http://agmk.uz/>
<http://ngmk.uz/>