

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI

**“KIMYOVIY TEXNOLOGIYA”
kafedrası**

“ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQRISHLAR TEXNOLOGIYASI”

FANIDAN

O’QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300 000 – Ishlab chiqarish texnik soha
Talim sohasi:	320 000 - Ishlab chiqarishlar texnologiyasi
Talim yo’nalishi:	5320400 – Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo’yicha).

JIZZAX – 2023

**O'quv-uslubiy boshqarmasi
tomonidan ro'yxatga olindi**

“ ___ ” _____ 2023 yil

**O'quv ishlari bo'yicha prorektor,
t.f.n. dots. G'G'. Egamnazarov**

“ ___ ” _____ 2023 yil

**ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQRISHLAR TEXNOLOGIYASI
fani bo'yicha**

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020 yil "7" 12 dagi 648-sonli buyrug'i bilan ma'qullangan "Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi" fani dasturi asosida tayyorlangan.

Tuzuvchilar:

Sh.Umarov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası professor v/b

Taqrizchilar:

N.Tangyarikov – JizPI, "Kimyoviy texnologiya" kafedrası professori, texnika fanlari doktori

Sh.Sharipov – JDPU, "Kimyo va uni o'qitish metodikasi" kafedrası dotsenti, kimyo fanlari nomzodi

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Jizzax politexika instituti Kengashida ko'rib chiqilgan va nashrga tavsiya etilgan. (2023 yil "___" _____ "___" – sonli bayonnoma)

MUNDARIJA

I	O'quv materiallar.....	5
1	Ma'ruza mavzulari.....	5
2	Laboratoriya mashg'ulotlari.....	138
4	Amaliy mashg'ulotlar.....	176
3	Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari.....	228
II	Glossariy.....	230
III	Ilovalar.....	233
1	O'quv dasturi.....	233
2	Tarqatma materiallar.....	242
3	Testlar.....	258
4	Adabiyotlar.....	267

I. O'QUV MATERIALLARI

MA'RUZA № 1

MAVZU: KIRISH QISMI. FANNING MAQSADI VA VAZIFALARI.

REJA:

- 1.** Kirish. fanning maqsadi va vazifalari.
- 2.** O'zbekistonda elektrokimyoviy ishlab chiqarish.
- 3.** Suvli eritmalarning elektrolizi

Tayanch atama va iboralar: *elektrolit, eritma, suyuqlanma, katod, anod, elektrod, eriydigan elektrodlar, erimaydigan elektrodlar, oksidlanish, qaytarilish, metallarning elektrokimyoviy aktivlik qatori.*

Fanni o'qitishdan maqsad-talabalarda mantiqiy fikrlash, texnologik taffakkurini shakllantirish va rivojlantirish, uzining fikr-muloxaza, xulosalarini asosli tarzda anik bayon etishga urgatish xamda 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 moddalrni olish; suyultmalarni elektrolizi - natriy va kaliy ishlab chiqarish; ftorni elektrokimyoviy olish; metallarni elektrokimyoviy olish; gidroelektrometallurgiya jarayonlarini o'z ichiga olgan bulimlarda egallangan bilimlar buyicha, kunikma va malakalarni shakllantirishdir.

Fanning vazifasi - tapabalarga ta'lim, ilm-fan va ishlab chiqarishning nazariy va amaliy masapalarini echa olishga etarli bulgan texnologik usullarni egallashga va uni kullashga, shuningdek, texnologik masalalarning dastlabki tizimini tuzish va taxlil kilishga o'rgatishdan iborat.

Fan bo'yicha talabaning bilimiga, ko'nikma va malakasiga

qo'yiladigan talablar

“Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi” fanini uzlashtirish jarayonida bakalavr:

- elektrokimyoviy konuniyatlar, tok xosil bulish 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 buyicha tok okimi xakida tasavvurga ega bulishi;
- asosiy texnologik jarayonlarning boskichlarini;
- xar bir boskichda boradigan kimyoviy ta'sirlashuvni;
- turli xil ishlov berish turiga karab jarayonlarning siniflanishini;
- ekzotermik va endotermik jaraenlarni farklashni bilishi va ulardan foydalana olishi;
- elektrokimyoviy usullar yordamida modda va materiallar olish texnologiyasini tuzish;
- issiklik va moddiy balans tenglamalarini tuzish;
- asosiy texnologik parametrlarni tugri tanlab ratsional tizimlarni shakllantirish, ishlatish va boshkarish kunikmalariga ega bulishi kerak.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi fani ixtisoslik fanlari majmuasiga taallukli bulib, talabalar uni VI semestrda urganishadi. Bu dasturni amalda bajarish uchun talabalarurta-maxsus boskichida va bakalavriatning matematik va tabiiy-ilmiy fanlari va umumkasbiy fanlaridan olgan bilimva ma'lumotga ega bulishlari shart.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi fani "Oliy matematika", "Fizika", "Umumiy va noorganik kimyo", "Organik kimyo", "Analitik kimyo", "Materialshunoslik", "Nazariy elektrokimyo" va boshka fanlar bilan bevosita boglik bulib kimyoviy texnologiya yunalishi buyicha bakalavr darajasini olishda asosiy fanlardan biri bulib xisoblanadi.

Elektrokimyoning rivojlanishi

1791 yilda L.Galvani tirik organizmlar harakatiga tashqi muhitning ta'siri haqidagi tajribalarini ta'riflab bergan edi. U bu tajribalarni laboratoriya sharoiti uchun tayyorlangan qurbaqalardan foydalanib o'tkazgan edi. Qurbaqalar bitta panjasi bilan mis ilgakka bog'lab qo'yilgan bo'lib, mis ilgaklar esa o'z navbatida po'lat simga osilgan. Qurbaqa tashqi muhit ta'sirida ikkinchi panjasi bilan po'lat simga teginganida xuddi elektr toki ta'sir etganday silkinar edi. Galvani shunday xulosaga keldi, qurbaqaning bu harakati undagi "hayvoniy elektr oqimi" mavjudligi natijasidir.

A.Volta esa bu tajribalar bilan tanishib boshqacha xulosa chiqargan: bu tekshiruv tajribalarida qurbaqaning bunday harakatlanishining asosiy sababi tajribada ishlatilgan turli xil metallar, mis va po'latdadir. Qurbaqa esa bu erda o'tkazgich sifatida ishtirok etadi. O'zining gipotezasini isbotlash uchun u mis va rux elektrodlaridan "batareya" tayyorladi va har bir elektrodni sulfat kislotada ho'llangan oroliq modda qatlami bilan ajratib qo'ydi. Bu "batareya"ning (volt ustuni deb nomlangan) uchlarida katta miqdorda potentsiallar farqi (kuchlanish) hosil bo'lib, qutblarida uchqunli zaryadsizlanish sodir bo'ldi. SHunday qilib birinchi elektr tok manbai yaratildi.

Elektr toki va magnetizm (M.Faradey, G. Amper, J.Joul) ilmini rivojlanishi elektrokimyodan boshlanib ularni tizimlashtirgan mashxur J.Maksvell tenglamasining yaratilishi bilan tugadi.

"Elektr oqimining hamma ko'rinishlari yig'indisidan elektroliz, eng ko'p elektr toki tabiati haqida real tasavvur keltira oladi, chunki bu erda zaryadlar va moddalar oqimi bitta hodisaning qismlari hisoblanadi".

J.K.Maksvell "Elektr oqimi va magnetizm bo'yicha qo'llanma" t. 1. 1873y.

Elektrokimyoning rivojlanishiga M.Faradey (Elektroliz qonunlari), G.Devi (Elektroliz yo'li bilan metall holatidagi kaliyning olinishi), S.Arrenius (Elektrolitik dissosiasiya nazariyasi) va boshqalar juda katta hissa qo'shganlar.

O'zbekiston Respublikasida kimyo fani va kimyo sanoatining rivojlanishi uchun hamma sharoitlar mavjud. Yirik xom ashyo zahiralari mavjud: bularga neft', tabiiy gaz, fosforit, sil'vinit, osh tuzi, marmar, ohaktosh va boshqalar kiradi. Kimyo korxonalarida kompaniyalarida 30 mingdan ortiq yuqori malakali ishchilar ishlaydi. Oliy o'quv yurtlarida kimyo va kimyoviy texnologiya mutaxassisliklari bo'yicha malakali mutaxassis kadrlar tayyorlash amalga oshirilmoqda.

"O'zbekiston o'z er osti boyliklari bilan haqli ravishda faxrlanadi – bu erda Mendeleev davriy sistemasidagi deyarli barcha elementlar topilgan" degan jumlaning hurmatli Prezidentimiz I.A.Karimov aytgan va O'zbekistonda kimyoni rivojlanishiga haqiqiy ob'ektiv baho bergan. O'zbekiston bugungi kunda oltin zahirasi bo'yicha dunyoda IV- o'rinda, uni qazib olish bo'yicha VII-o'rinda turadi.

Respublikamizning Navoiy va CHirchiq shaharlarida joylashgan eng yirik elektrokimyo kombinatlari bugungi kunda o'z maxsulotlari bo'yicha nafaqat Respublikamiz talabini qondirib qolmasdan, balki jahonning qator mamlakatlariga o'z mahsulotlarini eksport qilmoqda.

Elektrokimyo sanoati elektr toki bilan bog'liq bo'lgan ishlab chiqarishning bir bo'lami bo'lib, bu elektrokimyo zavodlari, elektrokimyo kombinatlari va ishlab chiqarish birlashmalarida amalga

oshirilmoqda. Kimyoviy reaksiyalar natijasida elektr toki hosil qiluvchi jarayonlar ham shu sohaga tegishli hisoblanadi.

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

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

Galvanik elementlar xizmatidan hammamizga ma'lum bo'lgan avtomobillarda, samolyot, paroxod, teplovoz va boshqa transport vositalarida foydalaniladi. Ular sanoat korxonalarida, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida ham keng qo'llanilishi ma'lum. Elektr tokining kimyoviy manbalaridan bundan buyon ham kengroq foydalanish ko'zda tutilmoqda.

Elektroliz metallurgiya, kimyo sanoati va galvanotexnikada keng qo'llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Oltin, kumush va boshqa metallar ham elektroliz yo'li bilan olinishi mumkin. Elektrolitik rafinasiya, elektroekstrasiya kabi va boshqa sanoat usullaridan foydalaniladi. Avtomobil' sanoatida, mashinosozlik va xalq xo'jaligining boshqa qator sohalarida metallarni elektrolitik qoplash usulidan keng foydalaniladi.

Galvanoplastika orqali predmetlarning aniq metall nusxalari olinadi. Po'latni elektrolitik silliqlash alyuminiy va magniyni ohorlash ishlari ham elektroliz yordamida bajariladi. Nikellash, xromlash kabi va boshqa bir qancha muhim ishlar ham shunday jarayonga kiradi. Bular metallarning korroziyaga chidamliligini bir necha baravar oshiradi.

Kimyo sanoatida xlor, brom, yod kabi ko'pgina oksidlovchilar ham elektroliz yordamida olinadi.

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

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

Elektrodlarni tuzilishi va tarkibiga bir qancha talablar qo'yiladi:

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

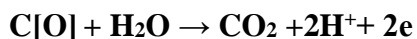
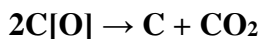
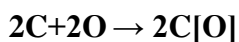
Hozirgi zamon fanining dolzarb muammolaridan biri - erimaydigan anod yaratish va uzoq vaqt bundan foydalanishdir.

Erimaydigan anodlar

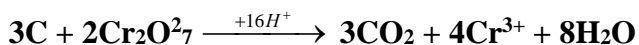
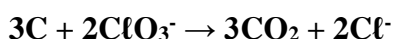
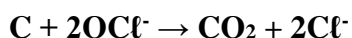
Elektrokimyo sanoatida hozirgi davrgacha erimaydigan anod sifatida sun'iy grafit qo'llanildi, keyin bu anodlar uglerodga almashtirildi.

Ko'mir anodlar kimyoviy va mexanik jihatdan pishiq bo'lmaganligi, uzoq vaqt ishlayolmasligi sababli yana sun'iy grafit ishlatilmoqda (M: xlor ishlab chiqarishda).

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



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



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

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

Ayrim elektroliz jarayonlarda erimaydigan anod sifatida **nikel** va **uning oksidlari, RbO_2 - qo'rg'oshin (II) oksidi, temir oksidlaridan**, ruten oksidi, titan oksidlari ham ishlatilishi mumkin, bulardan eng uzoq ishlatiladigan platina va uning qotishmalaridan yasaladigan anoddir.

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

Eruvchan anodlar

Eruvchan anodlar **galvanotexnika** va **gidrometallurgiyada** elektroliz natijasida anod materiali hosil bo'ladigan jarayonlarda ishlatiladi. Eruvchan anod elektrolizida noorganik oksidlovchilar va metalorganik birikmalar olinadi. Anodning passivlashishiga eritmadagi aralashmalar, elektroliz qilinadigan eritmaning tarkibi, **anod potentsiali** va **harorat** sabab bo'ladi.

Masalan: Xrom va marganetsning noorganik birikmalari elektrosintezi uchun anod sifatida temir va marganetsning qotishmasi, temir va xrom qotishmasi ishlatiladi. Qo'rg'oshinni tetroalkil birikmalarini elektrosintezi uchun esa anod sifatida qo'rg'oshinni o'zi olinadi.

Katod materiallari

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

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

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

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

Vodorod olish jarayonida suvni elektrolizi, xlor va xlorli oksidlovchilar olish uchun katod sifatida past kuchlanuvchi materiallar olinadi. Bu vaqtda elektr energiya sarfi kamayadi, chunki haddan tashqari vodorod ko'p ajralsa elektrolizyorda kuchlanish ko'payadi.

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

Katod materiali erimaganligi, ya'ni elektrokimyoviy korroziyaga uchramaganligi bilan, lekin ishlash muddati chegaralangan. Tok zichligini yuqoriligi uchun elektrod yuzasi arralanganga o'xshab (**dezintegrasiya**) tilinib ketadi, buning natijasida yuza g'ovak massa bilan qoplanib elektrokimyoviy aktiv moddani eritma va tok bilan kontaktlanishi pasayadi. Dezintegrasiya jarayoni organik birikmalar ishtirokida tez ketadi. Ayrim elektrod materiallar (titan, nikel, xrom) katod

sifatida ishlatilganda vodorodni yutadi va mo'rt bo'lib qoladi. Agar shu holat yuzaga kelsa doimiy ravishda katodni yuzasini tozalab turish kerak.

Diafragmalar

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

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

- a) **g'ovak** diafragmalar.
- b) **ionalmashuvchi** diafragmalarga bo'linadi.

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

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

$$V = \pi \cdot \tau^2 \cdot \ell \cdot S \beta n / \ell S = \pi \tau^2 n \beta$$

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

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

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

$$V = k F H \tau / \ell M$$

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

Ovuvchanlik koeffisienti

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

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

$$R_D = \rho \ell \beta^2 / v$$

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

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

$$Q_D = \frac{D \cdot S \tau \Delta c \beta}{i \beta}$$

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

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

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

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

Asbest diafragmaning asosiy kamchiligi yuqori elektr qarshiligi, ishlash muddati qisqa, oqizuvchanligi pastligidir. Masalan: xlor va kaustik soda ishlab chiqarishda bu diafragmalar taxminan 5 oy muddat chidaydi. Bunday diafragmalarni umrini uzaytirishning asosiy yo'li bularni modifikasiyalashdir. Asbest inert polimerlar bilan birlashtiriladi, natijada bo'kmaydigan nisbatan uzoqroq ekspluatasiyaga chidamliroq diafragma hosil bo'ladi.

Katta g'ovakli diafragmalar

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

Ion almashuvchi diafragmalar

Ionalmashuvchi diafragmalar - (matrisa) membranalar deyilib, tarkibi yuqori molekulyar birikmalardir. Buning asosiy bajaradigan ishi eritmadan ion olib, boshqa turdagi ionni chiqaradi,

chunki membrana tarkibida ion almashtiruvchi guruhlar bor, shu guruh tabiatiga qarab kation almashtiruvchi, anion almashtiruvchi membranalarga bo'linadi va ular **kationit**, **anionit** deb ataladi.

Matrisa (membrana)ning ion almashtiruvchi guruhi **kislotali** (- CO_3OH , - H_2PO_3 , - COOH) bo'lsa, bular kation almashtiradi.

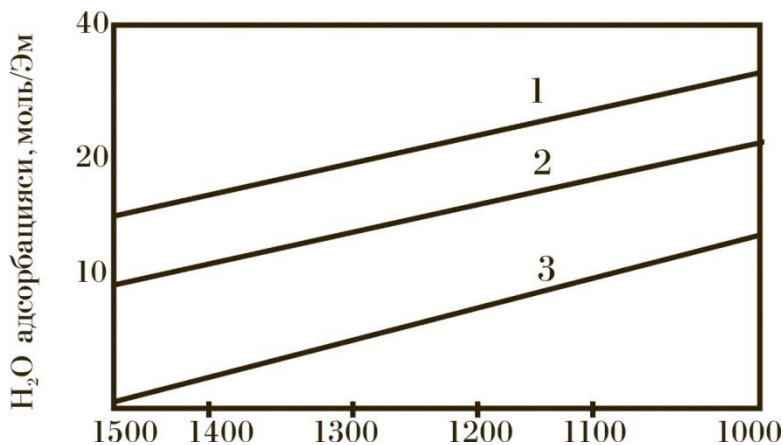
Agar guruh **kationli** bo'lsa (metall ionlar) anion almashtiradi.

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

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

$$AC = 1000 / E.M.$$

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



2 –rasm. Suvning adsorbsiyasini kationitning ekvivalent massasiga bog'liqligi. 1- H^+ : 2 – Na^+ : 3 – K^+ .

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

Elektrolitlar

Elektrolit -har qanday elektrokimyoviy sistemaning tarkibiy qismi bo'lib, elektr tokini o'tkazuvchi modda eritmasidir. Elektrokimyoda elektrolitlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- a) elektrolit eritmalari minimal elektr qarshilik sig'imiga ega bo'lish;
- b) elektrolit ionlari elektroliz vaqtida qo'shimcha reaksiyalarga kirishmasligi;
- v) elektrolit elektrokimyo sanoatida ishlatiladigan apparaturalarga agressiv ta'sir etmasligi;
- g) elektrolit arzon va tez topiladigan modda bo'lishi;
- d) uzoq vaqt elektroliz qilinganda ham elektrolit o'zining barqarorligini saqlab turadigan bo'lishi kerak.

Ko'pchilik noorganik birikmalar elektrolizida elektrolit dastlabki modda sifatida reaksiyada ishtirok etadi.

Ayrim elektroliz jarayonlarida elektrolit elektr o'tkazuvchi qo'shimcha sifatida qo'shiladi.

Elektrolitlar -elektroliz reaksiyalari uchun dastlabki moddalardir.

Elektrokimyoviy usul bilan kimyoviy mahsulotlar olishda elektrolit sifatida mineral kislota tuzlari va ishqorlardan foydalaniladi.

Fonli elektrolitlar -shunday birikmalarki, elektrokimyoviy jarayonlarda tok manbalarida elektrolitlarni o'tkazuvchanligini oshirish uchun ishlatiladi, oksidlanish va qaytarilish jarayonlarida ishtirok etmaydi. Bular ayrim hollarda organik birikmalar ham bo'lishi mumkin. Fonli tanlashda ko'p xossalarni inobatga olish kerak, bulardan eng asosiysi elektrod potensialidir.

Elektrod potensialidan tashqari **fono** elektrolitlar elektrokimyoviy reaksiya vaqtida oraliq va reaksiya mahsulotini eritmada erishi va barqarorligini oshiradi. Fonli elektrolit sifatida kislota (H_2SO_4 , HClO_4 , H_2SiF_6)lar yoki ishqorlardan foydalaniladi.

Gidroksoniy H_3O^+ va gidroksil OH^- ionlari harakatchan bo'lgani uchun yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega.

ELEKTROLIZ JARAYONLARI

Elektroliz-bu elektr ta'sirida elektrolit eritmalarda yoki suyuklanmalarda boradigan oksidlanish-kaytarilish prosessidir.

Elektrolizni amalga oshirish uchun uzgarmas tok manбайдan foydalaniladi. Elektrodlar ikki xil bo'ladi: 1) Erimaydigan – ularga garafit, platina, oltin kiradi (Erimaydigan elektrodlar kimyoviy prosessda ishtirok etmaydi, ular fakat elektron utkazgich vazifasini utaydi.); 2) eriydigan elektrodlar

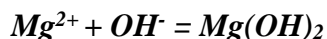
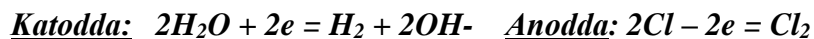
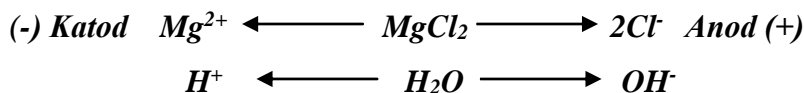
jumlasiga yukorida kursatilgan metal-lardan boshqa xamma metall elektrodlar kiradi. Bu elektrodlar elektrolizda anod sifatida kullanilganda eritmaga uz ionlarini berib, erib ketadi.

Eruvchan anod elektroddan foydalanib toza metall olinadi. Bunda elektroliz prosessi tozalanayotgan metall tuzining eritmasida olib borilishi kerak. Sanoatda tuzlarning eritmalarini elektroliz kilib mis, rux, kadmiy, nikel', kobalt, marganets va boshqa metallar olinadi. Bu metod yordamida bir metall boshqa metall bilan koplanadi. Bu metod *galvanostegiya* deyiladi.

Katod elektrodda elektrolitning musbat zaryadlangan ionlari elektron kabul kilib zaryadsizlanadi. Kaysi ion oldin zaryadsizlanishi metall kuchlanishlar katorida vodorodga nisbatan joylanishiga, uning konsentrasiyaga va ayrim xollarda elektrod potensialiga bog'lik bo'ladi.

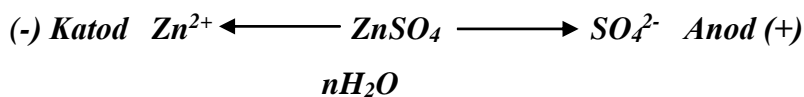
ELEKTROLIT MODDALARNING SUYUQLANMALARINI VA SUVDAGI ERITMALARINI ELEKTROLIZI

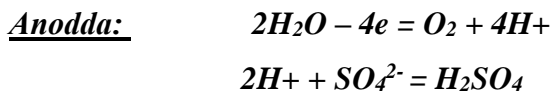
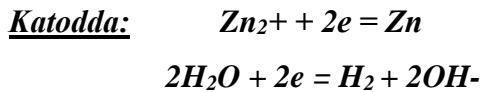
1. Normal elektrod potensialining kichik qiymatga ega bo'lgan (kuchlanishlar qatorida Li dan Al gacha) aktiv metallar tuzlarining eritmalari elektroliz qilinganida katodda hamma vaqt faqat suv molekulari qaytariladi va vodorod ajralib chiqadi, chunki suv molekulari bu metallarning kationlariga nisbatan oson qaytarilish xossasiga ega, masalan, $MgCl_2$ eritmasining elektroliz sxemasi quyidagidan iborat:



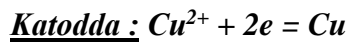
2. Normal elektrod potentsiali alyuminiynikidan katta, lekin vodorodnikidan (-0,41 v dan) kichik bo'lgan (Al dan H gacha) metallar tuzlarining eritmalari (neytral muhitda (pH-7) elektroliz qilinganda katodda metall kationlari bilan birgalikda suv molekulari ham qaytariladi, shuning uchun katodda metall bilan vodorod ajraladi.

Masalan:

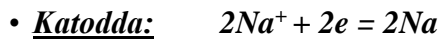




3. Normal elektrod potentsiali vodorodnikidan katta bo'lgan (Cu dan Au gacha) noaktiv metallar tuzlarning eritmalari elektroliz qilinganda katodda faqat metall kationlari qaytariladi va metallar erkin holda ajraladi, masalan:

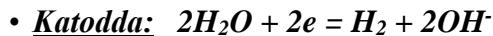
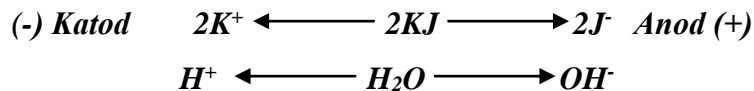


4. Elektrolitlar suyuqlanmalari elektroliz qilinganda metallarning kuchlanish qatorida tutgan o'rnidan qat'iy nazar, katodda doimo metall kationlari qaytariladi va metall erkin holda ajraladi, masalan:



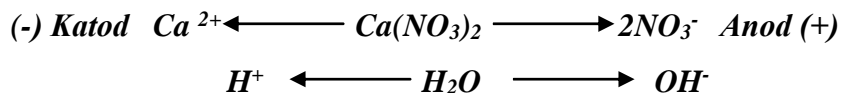
ANODDA SODIR BO'LADIGAN JARAYONLAR

1. Kislorodsiz kislotalar va ularning tuzlari elektroliz qilinganda anodda hamma vaqt kislorodsiz kislota qoldiqlari (J^- , Br^- , Cl^- , S^{2-}) oksidlanadi va erkin holda ajralib chiqad, chunki kislorodsiz kislota qoldiqlari suv molekulariga nisbatan oson oksidlanish xossasiga ega, masalan:



2. Kislorodli kislotalar va ularning tuzlari elektroliz qilinganda anodda hamma vaqt suv molekulari oksidlanadi va kislorod ajralib chiqadi, chunki NO_3^- ,

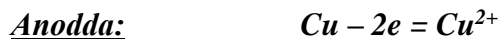
CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} singari kislorodli kislotalarning qoldiqlari suv molekulariga nisbatan oson oksidlanish xossasiga ega, masalan:



Erimaydigan anodlar (C, Pt va boshqalar) kimyoviy jihatdan inert bo'lgani uchun elektroliz vaqtida oksidlanish jarayoniga uchramaydi. Eriylikan anodlar (Cu, Ni, Ag, Fe va boshqalar) esa oksidlanish jarayoniga uchraydi, masalan, anodi misdan tayyorlangan elektrodda CuSO_4 eritmasi elektroliz qilinganda eritmadagi Cu^{2+} ionlari katodga tomon siljiydi, u erda qaytariladi va mis metall holida ajralib chiqadi, anodda esa mis elektrodi oksidlanadi va mis ion holida eritmaga o'tadi, natijada



Muvozanati o'zgarmagani uchun eritmadagi tuz miqdori ham o'zgarmasdan qoladi. Demak, anodda qancha mis erisa, katodda shuncha mis ajralib chiqadi.



FARADEY QONUNLARI

Elektroliz vaqtida elektrodlarda boradigan oksidlanish– qaytarilish jarayonlari Faradey qonunlariga bo'ysunadi. Faradey qonunlari quyidagicha ta'riflanadi:

Elektrodda ajralib chiqadigan moddalarning massasi elektrolit orqali o'tgan tok kuchi bilan vaqtga proporsionaldir.

Turli elektrolitlar orqali teng miqdor elektr toki o'tganda elektrodlarda kimyoviy ekvivalentiga teng miqdorda moddalar ajralib chiqadi.

Elektrolit eritmasidan yoki suyuqlanmasidan 96500 kulon tok o'tganda elektrodda 1 ekv modda ajralib chiqadi. Bu son Faradey soni deb ataladi va **F** harfi bilan ishoralanadi.

MA'RUZA № 2

MAVZU: SUV ELEKTROLIZI. VODOROD VA KISLORODNING XOSSALARI VA QULLANILISHI

REJA:

1. Vodorod va kislorodning xossalari va qullanilishi
2. Suvni elektrolitik usulda parchalab vodorod olish
3. Bosim ostida suvning elektrolizi
4. Suv elektrolizining texnologik sxemasi

Tayanch atama va iboralar: Vodorod, kislorod, elektroliz, elektrolizer, elektrodlar, monopolyar, biopolyar elektroliz.

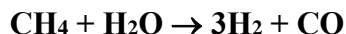
Suvni elektrolitik parchalab vodorod olish

Vodorod - kimyo sanoatda - metallurgiya va aralash sohalarda qo'llaniladi. Katta qism vodorod – ammiak, metanol va karbamid ishlab chiqarishda ishlatiladi. Vodorodning olinishi ikki turga, ya'ni kimyoviy va elektrokimyoviy usullarga bo'linadi.

Kimyoviy usullariga:

a) Temir-bug' usuli, ya'ni temir kukuni bilan suv bug'i ta'sirida olinishi. Bu usul samarali bo'lmay, bugungi kunda o'z ahamiyatini yo'qotgan;

b) konversiya usuli. YUqori temperaturada tabiiy koks yoki genarator gazlaridan suv bug'i bilan o'zaro ta'siri, neft mahsulotlarni qayta ishlaganda gazlar hamda, metanni kreking vaqtida ajralib chiqadi. Bu jarayon 1100 °S temperaturada nikel katalizatori ishtirokida olib boriladi.



Undan tashqari vodorod - yana uglerodli (koks yoki ko'mir) va suv bug'idan olinishi mumkin. Kimyoviy usulda olingan vodorod tarkibida CO, CO₂, H₂, CH₄ – H₂C, O₂ va boshqa gazlar aralashmalar ham bo'ladi va qo'shimcha tozalashni talab etadi.

Elektrokimyoviy usulda, olinadigan mahsulotlarni

texnik iqtisodiy baholash

Elektrokimyoviy usulda juda katta miqdordagi kimyoviy moddalar ishqorlar, xlor, vodorod, kislorod, ko'pchilik metallar turli xil organik va noorganik moddalar ishlab chiqarishni keng

yo'lga qo'yilgan. Elektrokimyoviy usulda olinadigan mahsulotlarning yoki kimyoviy moddalarning kimyoviy usullariga nisbatan ustunligi quyidagilardan iborat:

- 1) elektrokimyoviy usulda olingan mahsulotlar nisbatan tozalik darajasi yuqori;
- 2) elektrokimyoviy texnologiya asosida olinadigan mahsulotlar uchun qo'llaniladigan apparatlar va uskunalari soni kam;
- 3) elektrokimyoviy usulda kimyoviy texnologik jarayonlarda olib borishi vaqtidagidek atrof muhitga ta'sir qiladigan kimyoviy zaharli chiqindilar chiqishi kam;
- 4) elektrokimyoviy usulning avtomatlashtirishi oson va kam xarajat talab qiladi. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning tozalik darajasi yuqori. Mahsulot tannarxi past.

Elektrokimyoviy usulning kamchiliklari

Ayrim ishlab chiqarish texnologiyalarda juda katta miqdordagi elektr energiyasini talab qiladi. SHunga qaramasdan oxirgi yillarda masalan, alyuminiy, mis ishlab chiqarish metall va nometall materiallar va mahsulotlar ishlab chiqarish hamda ishlab chiqariladigan ko'pgina mahsulotlarning ustiga qoplama tortish elektrokimyoviy usulda amalga oshiriladi.

MA'RUZA № 2

MAVZU: SUV ELEKTROLIZIDA JARAYONNING NAZARIYASI.

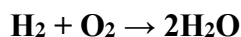
REJA:

1. **Suv elektrolizida jarayonning nazariyasi.**
2. **Kuchlanish balansi. Material, issiklik va energiya balansi.**
3. **Elektrodlarning tuzilishi va elektrolizlarning turlari**

Tayanch atama va iboralar: *Nernst tenglamasi, elektroliz, elektrolit, monopolyar, bipolyar, vodorod elektrod, elektrod, katod, anod, elektr toki, kuchlanish, potensial, yacheyka, diafragma.*

Elektroliz usulda vodorod olinishining nazariy asoslari

Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi deb elektrod potentsiallar muvozanatining arifmetik farqi qabul qilingan. Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi kislorod va vodorod elektrodning standart potentsiallar farqiga teng bo'lib buni standart potentsiallari sharoitida elementlardan H_2O hosil bo'lishi reaksiyaning izobarik-izotermik reaksiyasining o'zgarishi bo'yicha ifodalash mumkin.



Izobarik-izotermik potensial o'zgarish $\Delta G_{298}^0 \approx 237190 \text{ Dj/mol}$ va standart sharoitda (1 atm 25 °S)da suvning ajralishi (parchalanish) kuchlanishi quyidagini tashkil qiladi:

$$U_p = \frac{\Delta G_{298}^0}{n \cdot F} = \frac{237 \cdot 190}{2 \cdot 96500} = 1,23B$$

Bu erda, **n** - reaksiyada qatnashadigan elektronlar soni, **F** – Faradey soni. Agar elektroliz sharoiti standart sharoitdan farq qilsa, u holda vodorod va kislorod muvozanat potentsiallari o'zgarishini hisobga olish zarur.

$$E_{H_2} = E_{H_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{H^+} \qquad E_{O_2} = E_{O_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{H^+}$$

$$E_{H_2} = -0,058pH \qquad E_{O_2} = 1,23 - 0,58pH$$

Agar vodorod va kislorod elektrod potentsiallari pH ga birday bog'liq bo'lsa, suvning parchalanishining nazariy kuchlanishi elektrolit pH ga bog'liq bo'ladi. Temperatura 25 °S dan 80 °S gacha oshganda u 1,23 V dan 1,18 V gacha kamayadi. Amaliyotda suv elektrolizi yuqori kuchlanishda olib boriladi (2,1-2,6 V). Nazariy mumkin bo'lgan va amaliy zarur bo'lgan kuchlanishlar orasida bunday farq elektrolizga ketgan elektr energiyadan tashqari, suvning parchalanishiga yana qo'shimcha qarshiliklarni engib o'tishga, elektrodlanga, kontakt hamda konsentrasyon qutblanishga va elektrodlanga gazlarning qayta kuchlanishiga ham bog'liqdir.

Elektrolizyorlar shinalaridagi amaliy kuchlanishlar pasayishi zanjirning hamma joylarida kuchlanish tushishidan yig'iladi.

$$U = U_P + \tau_a + \tau_k + \Delta U_E + \Delta U_D = \sum \Delta \cdot U_K$$

Bu erda, **U_P** standart sharoitda suv parchalanishining kuchlanishi, **τ_a** -anoddagi o'ta kuchlanishi, **τ_k** -katoddagi o'ta kuchlanish, **ΔU_E** -elektrolitdagi kuchlanishning yo'qotilishi, **ΔU_D** - diaframadagi kuchlanishning yo'qotilishi, **∑ΔU_K** -kontaktdagi birinchi tur o'tqazuvchilar kuchlanishning yo'qotilishi.

Quyida **10⁶ Pa (10 kg.s/sm²)** bosim va **80 °S** temperaturada va **1500 A/m²** tok zichligida ishlaydigan bipolyar filtr press elektrolizyorning taxminiy kuchlanishi balansi berilgan.

Jadval № 1.

Tashkil topgan	V	%
Parchalanish kuchlanish.	1,23	53
O'ta kuchlanish katodda.	0,24	10
O'ta kuchlanish anodda.	0,42	18

Elektrolizyor kuchlanish.		
Yo'qotishi (gaz to'ldirilishi hisobga olingan diafragmada).	0,30	13
I – tur o'tkazgichda.	0,10	4
	0,05	2
Jami:	2,34 V	100%

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, elektr energiyasining katta qismi yo'qolishi elektrolit qarshiligi va elektrodlardagi o'ta kuchlanishi engishga sarflangan. Oxirgi elektrod yasalgan materialga bog'liq filtrning ustki sirt yuzasi tok zichligiga, elektrolit temperaturasiga va boshqa faktorlarga bog'liqligi bilan ajralib turadi. Vodorod ajralib chiqishi uchun paydo bo'ladigan o'ta kuchlanish **Tafel tenglamasidan** topiladi.

$$\tau_k = a + b \lg i_k$$

Bu erda, a – tok zichligidagi o'ta kuchlanish, 1 A/sm^2 , v – tok zichligi 10 marta o'zgargandagi o'ta kuchlanish o'zgarishi, i_k – tok zichligi A/sm^2 .

Tajribadan topilgan a va v koeffisientlar qiymatini katoddagi o'ta kuchlanish qiymatidan kerakli aniqlikda hisoblash mumkin. Kislorod ajralib chiqishi uchun o'ta kuchlanishni oddiy formula bilan ifodalash qiyin, chunki kislorod ajralib chiqishning murakkabligi elektrodlar ustida oksid parda hosil bo'lishi bilan bog'langan. Temperaturada oshishi bilan kislorodning o'ta kuchlanishi taxminan har 1°S da $2\text{-}3 \text{ mV}$ kamayadi.

Bosim ostida suvning elektrolizi

Agar suv elektrolizi germetik yopiq elektrolizyordan gazlarni ajratmasdan olib berilsa, u holda elektrodlardagi gazlarning hajmi, suvning parchalanishdagi hajmiga teng bo'ladi. Buning uchun nazariy jihatdan bosimni 1860 kgs/sm^2 ga etkazish kerak. Bosim ostida olingan gazlarni iste'molchilarga qo'shimcha kompressorlarsiz ham etkazish mumkin. Suv elektrolizi bosim ostida o'tkazilishi amaliy tomondan foydali bo'lib, elektrolizyordagi kuchlanish bu vaqtda bir oz pasayadi.

Vodorod va kislorod elektrolizi muvozanat potentsiallarini bosimga bog'liqligini Nernst tenglamasi bo'yicha aniqlash mumkin.

$$E_{H_2} = E^0_{H_2} = E^0_{H_2} - \frac{2,3RT}{2F} \lg P_{H_2} \quad E_{O_2} = E^0_{O_2} + \frac{2,3RT}{4F} \lg P_{O_2}$$

Xuddi shunday 80°S da vodorod-kislorod zanjiridagi EYUKni quyidagi tenglik bo'yicha aniqlash mumkin:

$$E = E_{O_2} - E_{H_2} = 1,18 \frac{2,3RT}{2F} \lg P \pm P_{H_2}$$

SHunday $R_{O_2} = R_{H_2} = R$ bo'lganda

$$E = 1,18 + \frac{3}{4} \cdot \frac{2,3RT}{F} \lg P = 1,18 + 0,0001sT \lg P$$

Bosim **10 kgs/sm²** oshganda EYUK taxminan **0,05 V** oshadi. Ammo suv elektrolizining bosim ostida olib borilishining salbiy tomonlari ham bor. Tajriba yo'li bilan aniqlanishiga ko'ra elektrolizyordagi bosimning oshirilishi elektrolitda gazlarning erishini ham oshiradi, tok bo'yicha unum kamayadi, shu vaqtda qo'shimcha jarayonlar: katodda kislorod qaytariladi, anodda vodorod oksidlanadi. Suv elektrolizini bosim ostida o'tkazish konstruktiv qiyinchiliklar bilan ham bog'langan elektrolizyornlarni katta bosim ostida montaj qilish va ekspluatatsiyasi murakkablashadi. SHuning uchun elektroliz jarayonining (**30-40 kgs/sm²**) bosim ostida olib borish maqsadga muvofiqdir.

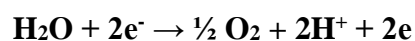
Elektrokimyoviy usulda olinadigan vodorod boshqa usullarda olingan vodorodga nisbatan toza bo'lib, olingan gaz tarkibida katalitik zaharlovchi moddalar bo'lmaydi. Kam miqdordagi vodorodning elektrolitik usulda olish maqsadga muvofiq, ya'ni foydalidir.

Ammo vodorod elektrolitik usulda olish ishlab chiqarishda juda katta elektr energiyasini sarflanishini talab qiladi. SHuning uchun katta miqdordagi vodorodni ishlab chiqarishda kimyoviy usulda ishlab chiqarish maqsadga muvofiq va faqat vodorodni qo'shimcha mahsulot sifatida ajratilishi mumkin. YAxshi tozalangan suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi juda kichik **180⁰S** da u **2·10⁻⁸ – 6·10⁻⁸ OM⁻²sm⁻¹** ni tashkil qiladi. SHuning uchun elektroliz uchun kislotaga ishqor va tuzlarning suvli eritmalari ishlatiladi.

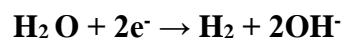
Ko'pchilik hollarda **KOH** va **NaOH** eritmalari qo'llaniladi, bundan asosiy maqsad elektrolitlar tayyorlashda konstruktiv materiallar sifatida qo'llaniladi. Elektroliz vaqtida katodda **H₂** anodda **O₂** ajralib chiqadi. Eritmaning muhitiga qarab jarayonlar mexanizmi turlichadir. Kuchli kislotali eritmada katodda vodorod ionlarga ajralib o'tadi.



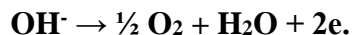
Anodda suv molekulasini parchalanadi.



Kuchli ishqoriy eritmalarda **N⁺** ionlar konsentratsiyasi kamligi tufayli katodda suv molekulasining qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi.



va anodda **OH** – gidroksil ionlari ajratiladi.



Agar **pH** - 7 bo'lganda yuqoridagi ikki jarayonni ham amalga oshirish mumkin. Suv elektrolizi bir vaqtda elektrolit eritmalarida ham amalga oshirish mumkin. Erkin kislorod katodda qaytariladi. Anodda erigan vodorod oksidlanadi. Natijada har bir jarayonda suv hosil bo'ladi. YUqori temperaturada vodorod va kislorod juda kam erishi tufayli bu reaksiyalar elektrolizyorning tok bo'yicha mahsulot unumligiga kam ta'sir qiladi. Zamonaviy elektrolizyorlarda tok bo'yicha mahsulot unumi 98% ga yaqinlashmoqda.

Elektrolizyorlar, konstruksiyalari va ishlash prinsipi

Vodorod va kislorod elektrokimyoviy yo'l bilan olish uchun sanoatda har xil turdagi elektrolizyorlar bir-biridan farq qiladigan elektrod qurilmalar va gazlarni qaytarish va parchalash qurilmalar qo'llaniladi.

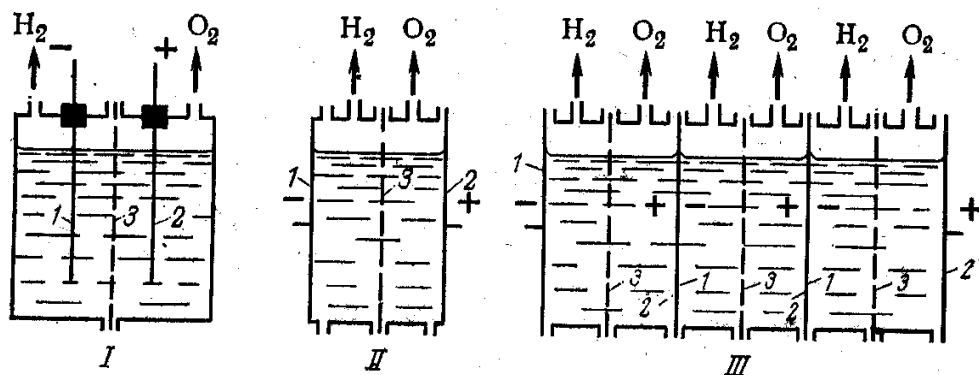
Amalda suv elektrolizi uchun uskunalari, qurilishi, elektrodlar joylashishi va ularni tok manbaiga ulash bilan farqlanadi.

SHuning uchun elektrolizyorlar ikki guruhga bo'linadi.

1. Elektrodning monopolyar ulanish – monopolyarli elektroliz;
2. Elektrodning bipolyarli ulanishi - bipolyarli elektroliz.

Monopolyarli elektrodlar parallel joylashgan, po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib, elektrodning bir qismi musbat. SHina bilan bog'langan boshqa qismi manfiy, bu vaqtda har biri ayrim olingan elektrodlar faqat katod yoki faqat anoddir, ya'ni aniq qutblilikka ega. Monopolyarli elektrolizyorlarda tok kuchi anod va katodning hamma ishchi yuzasida o'lchanadi.

Bipolyarli elektrolizyorlar ham parallel joylashgan po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib farqi shundaki, monopolyar elektroddan tok berilishi faqat chekka elektroddan beriladi. Bipolyar elektrolizyorda esa tok zichligi bitta elektrod ishchi yuzasidan aniqlanadi, lekin kuchlanish alohida olingan yacheykalar kuchlanishiga yig'iladi, ya'ni bitta olingan yacheyka kuchlanishiga teng va yacheykalar soniga ko'paytiriladi.



3 – rasm. Monopolyar va biopolyar elektrolizyoz qurilmalarning sxemasi.

I. Monopolyar elektrolizyozlar

II. Monopolyar elektrolizyoz elektrod sifatida devorlari xizmat qiladi.

III. Bipolyar elektrolizyoz:

1- katod; 2 – anod; 3 – diafragma.

Elektrolizyozga elektrodni joylashtirish bo'yicha yashikli va filtrpressliga bo'lish mumkin. Monopolyar elektrolizyoz yashikli bo'ladi, elektrolizyozlar korpusi to'g'ri burchakli yashiksimon bo'lib, uning ichida elektrodni bir-biriga parallel joylashtiriladi.

Sanoatda pressfiltrli tipdagi bipolyar elektrolizyozlar keng tarqalgan. Ular to'g'ri burchakli yoki yumaloq bipolyar elektrolizyozlardan tashkil topgan bo'lib bitta agregatga ramalarga prokladka orqali izolyasiyalangan pressfiltrlar tarzida bipolyar elektrolizyozlarga joylashtirilgan, bu ishlab chiqarish maydonini kamaytiradi va kontaktlardagi kuchlanishi yo'qolishini kamaytiradi.

Elektrolizyoz elementining ikkita elektrod va diafragmani ramaga biriktirishiga tashkil topgan qismiga **yacheyka** deb ataladi. **Diafragma** yacheykaning ikki qismini ikki qismga bo'ladi - katod va anodga. Gazlarni bo'lish usuliga qarab elektrodni qo'ng'iroqli va diafragmani bo'ladi.

Qo'ng'iroqli elektrolizyozlar rentabil bo'lmaganligi uchun sanoatda qo'llanilmaydi. Suvni elektroliz uchun elektrodni ustki ishchi yuzasi yaxshi tayyorlangan bo'lib, ular elektrodni bo'shliqda gazlar ajralib chiqishini effektiv ta'minlashi shart.

Eng oddiy **tekis elektrod**. Tekis yaltiroq elektrod kichikligi katta miqdorda elektr energiyasi talab qiladi va elektrolitda gaz to'ldirilishi darajasi yuqori bo'ladi. Ikkita elektrodni qo'llanilishi elektrolitni gaz bilan to'ldirilishini kamaytiradi va elektrolit ichki aylanishini yaxshilaydi. Ikkita plastinka orasida joylashgan elektrolit gaz bilan to'ldirilishi natijasida elektrodni bo'shliqda ishlaydigan ishchi elektrolitga nisbatan katta zichlikka ega bo'ladi.

Yana to'rtli va plastinkali **elektrodlar** ham ma'lum, lekin ular sanoatda qo'llanilmaydi. 1-rasmda temir elektrod ko'rsatilgan bo'lib, elektrolizyorlar uchun diafragmasiz qo'llanilgan. Lekin **diafragmasiz** elektrolizyorlarda toza gaz olishni temirli elektrodlarida amalga oshirish mumkin emas, bunga sabab ishqoriy eritmalarda vodorodning kichik pufakchali gazlari hosil bo'lishidadir.

Filtressli elektrolizyorlarda bipolyar elektrodlar yuqori g'ovakli elektrodlar ko'proq qo'llanilgan.

Gazlarni bo'lish

Elektrolizyor ichidagi gazlarni bo'linishi. Elektrolizyorda toza gaz mahsulotlarni olish nuqtai nazaridan ham texnika xavfsizligi nuqtai - nazaridan ham juda muhimdir, chunki vodorod bilan kislorod portlovchi aralashma hosil qiladi. Elektrolizyor ichida gazlarni ajralishiga shunday erishishi mumkinki, masalan maxsus qo'ng'iroqli elektrodni tushirishdir, ammo ularni ajratishning foydali tomoni – g'ovakli ajratgich diafragmani qo'llashdir, chunki ionlar uchun engil uchuvchan va gazlar pufakchalarini o'tkazmaslik uchun sanoatda elektrolizyorlarning ikki va bir g'ovakli diafragmasi keng tarqalgan.

Ular katod va anod bo'shlig'ni kerakli holda ajratib turadi va jarayonning xavfsizligini ta'minlaydi, ikkilamchi diafragmani qo'llash elektrolizyorda kuchlanishni oshiradi, lekin ajratib olingan gazlarni tozalash osonlashadi.

Zamonaviy monopolyar va bipolyar elektrolizyorlarda ko'pchilik hollarda birlamchi diafragmalar qo'llanilmoqda.

Suv elektrolizi uchun diafragmaga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar, masalan elektr o'tkazuvchanlik, kerakli zichlikkaga ega bo'lish, mexanik qattiqlik va kimyoviy barqarorlikdir. Suv elektrolizida mahsulotlar sifatini oshirish uchun asbestdan to'qilgan mato hamda, metalli, fosforli va keramik diafragmalar qo'llaniladi. Eng ko'p tarqalgani g'ovakli diafragmadir, asbest materialdan tayyorlash uchun ishqorga chidamli tolasi uzun oq akrizitol asbesti qo'llaniladi. Bosim ostidagi elektroliz uchun diafragma mayda g'ovakli bo'lishi shart, chunki elektrolitning erigan gazlar bilan diffuziyasini to'xtatish uchun asbestli diafragmalarni ishlatish ko'p yillarga, ya'ni bir necha 10 yillar ishlaydi. Hamma diafragmalarni metall ramalarga biriktirish ularning mustahkamligini oshiradi va ular bilan ishlash qulay bo'ladi.

Elektrolizyorlar normal ishlashini ta'minlash uchun diafragmaning ikki tomonida ham bosim bir xil bo'lishi zarur. Bu maqsad uchun ikki sistemali regulirovka qo'llaniladi.

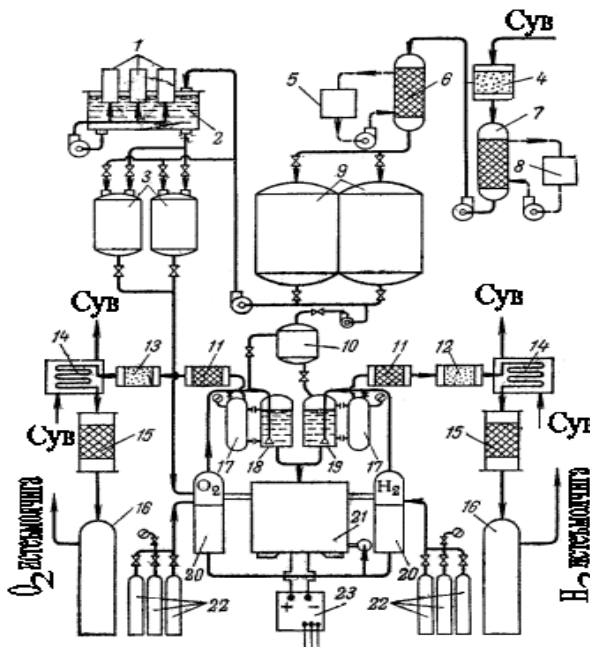
Suv elektrolizining texnologik sxemasi

Suvning elektrolizi uchun kondensat distillangan yoki ion almashinish usuli bilan tozalangan suvdan foydalaniladi. oʻllaniladigan suvning elektr oʻtkazuvchanligi $10^{-5}\text{Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ dan oshmasligi kerak.

Baraban (1) dan qattiq ishqorni (2) - uskuna erituvchi bakda (idishda) eritib, **32-35%** li **KOH** eritmasi tayyorlanadi. Keyin olingan eritma (3) - sigʻimli uskunada korreksiyalanadi va elektrolizyorda (21 da) elektroliz jarayoni boradi. Suv, mexanik (4) va ionalmashinish filtrlari (6) va (7) da tozalanib (9) sigʻimli idishga oqib tushadi, u erdan nasoslar yordamida taʼminlovchi bakka (10) uzatiladi va undan keyin gazlarni yuvuvchi (19) qurilmalar orqali elektrolizyori (21) asosiy **reaktorga** beriladi.

Elektroliz jarayonida olingan **vodorod va kislorod** (20) (kolonnali) bashnyali uskunalarda elektrolit eritmalardan ajratilib, bosim ostida ishlovchi regulyatorlar (18) va (19) yuvish uchun tushiriladi, u erda gazlar sovutilib va ishqor tumanidan suvda yuvilib, undan keyin klapanli bosim regulyatori (17) orqali isteʼmolchilarga joʻnatiladi.

Zarurat boʻlganda elektroliz gazlari qoʻshimcha tozalashga joʻnatilishi mumkin: (11) filtrlarda ishqor tumanidan tozalanib, keyin (12) kontakt apparatda nikel alyuminiy yoki nikel xrom katalizatorlari ustida vodorod kislorod aralashmasidan tozalanadi va (13) gopta kalit yoki palladiyli katalizatorlarda kislorod vodorodli aralashmadan ajratib tozalanadi.



4 - rasm. Suvni bosim ostida elektrolizining texnologik sxemasi.

(14) uskuna sovutkichlarda sovutilgan gazlar 15 qurilmaga quritish uchun kurutuvchi kolonnalarga jo'natiladi va undan keyin vodorod va kislorod (16) rezurvuarlar orqali iste'molchilarga jo'natiladi.

Ionitlar davriy ravishda regenerasiyalanadi: kationit -5-10%li (5) bakdan xlorid kislota HCl eritmasi: anionit -5-10% li (8) bakdan ishqor eritmasi. Texnologik jarayoni ishga tushirish va to'xtalgandan so'ng elektroliz qurilmasi (22) azotli balondan azot bilan yuviladi.

Moddiy va issiqlik balansi. Yacheykalarining material va energetik balansi

a) Suv sarfi. Normal sharoitda 1 m³ vodorod va 0,5 m³ kislorodni elektrolitik usulda olish uchun nazariy jihatdan 805 g suv va 2390 A.soat elektr toki zarur. Amaliyotda katta miqdorda suv sarflanadi. Natijada elektroliz usulda olingan gazlar o'zi bilan suv bug'i olib ketadi. Agar elektrolizyordan ketayotgan gazlarini namligini 100% deb qabul qilsak va suv bug'i ideal gaz deb qaralsa, u holda olib ketilgan suv bug'ining gazlarning massasi m_n , gazlarning v hajmiga, to'yingan suv bug'iga va suv bug'i p zichligiga bog'liq.

$$m_n = V_p = (V_{n2} + V_{o2}) \rho$$

Cuv bug'i miqdori, hajmini tuyintiruvchi V (1 mol H₂ va 0,5 mol kislorod hajmining yig'indisiga teng). Elektroliz temperaturasi t , gaz hajmi namligining bosimi p va suv bug'i bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_n = V_p = \frac{33,6(273+t)760}{273(P-p)} \cdot \frac{18 \cdot 273P}{22,4 \cdot 760(273+t)} = \frac{27p}{P-p}$$

yoki 1m³ vodorod uchun sarflangan suv hisobi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_e = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{1000}{22,4} = 1207 \frac{P}{P-p}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, gazlarning suv bug'ini olib ketish miqdori to'yingan suv bug'i bosimiga bog'liq ekan, temperatura ko'tarilishi bilan oshadi. Bir yillik ishlab chiqarish uchun ketadigan suvning miqdori esa quyidagiga teng bo'ladi.

$$m_{cys} = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{3000}{22,4} = 36161 \frac{P}{P-p}$$

Yiliga suv sarfini kompensasiya qilish uchun elektrolizyorda suvning parchalanishi va bug'lanishini hisobga olib uzluksiz yoki davriy ravishda tozalangan tarkibida 1 mg/l temir va 6

mg/l xloridli suv bilan to'ldirilib turiladi. Amaliy jihatdan suv sarfi $1 \text{ m}^3 \text{ 820} - \text{850 g/m}^3$ ni tashkil qiladi. Bir yillik haqiqiy suv sarfi miqdori esa quyidagini tashkil qiladi:

$$m_e = \frac{36161 \cdot 850}{1000} = 30737 \text{ kg}$$

v) **elektr energiya sarfi.** Elektrolizdagi elektr energiya sarfi sarflangan elektr toki miqdorining kuchlanishga ko'paytmasiga tengligi bilan aniqlanadi.

$$W = U \cdot F$$

Bu erda, U - kuchlanish, V , F - elektr miqdori, kl.

SHunday qilib, elektr energiyaning nazariy sarfi $W_{\text{naz.}}$, 1 m^3 vodorod va $0,5 \text{ m}^3$ kislorod olish uchun zarur bo'lgan miqdori (normal sharoitda) $1,23 \text{ V}$ kuchlanishda quyidagilarni tashkil qiladi:

$$W_T = 1,23 \frac{2 \cdot 26,8}{0,0224} = 1,23 \cdot 2390 = 2950 \text{ Bm} \cdot \text{coam}$$

Bu erda, $26,8$ – Faradey soni, A/soat. 2 – Faradeylar soni 1 mol H_2 ; $0,0224$ hajm $1 \text{ mol H}_2 \text{ m}^3$ ajratib olishga sarflangan. Yillik ishlab chiqarish uchun sarflangan elektr energiyasi miqdori quyidagini tashkil etadi:

$W_{T \text{ yil}} = 2950 \cdot 30000 = 88500000 \text{ Vt}$ yiliga kuchlanishning yo'qotilishi natijasida, hamda vodorodning tok bo'yicha unumi 100% dan kam bo'lsa, amalda elektro energiya W_{amal} sarfi yana ortadi va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$W_{\text{amal}} = 2390 \frac{U_{\text{amal}}}{Bm \cdot n}$$

Bu erda, U_{amal} –elektrolizyordagi kuchlanish, V , Vt –tok bo'yicha unum, %, n - yacheykalar soni.

1 m^3 vodorod uchun elektr energiya sarfi $5,0 - 5,9 \text{ kv.t.soat/m}^3$ tashkil qiladi, bu esa energiya bo'yicha $50-60\%$ unumni tashkil qiladi.

d) **Elektroliz issiqlik rejimi.** Elektrolizga sarflangan energiya qisman suvning parchalanishiga sarflanadi, hamda qisman issiqlik energiyasiga o'tadi. Suv parchalanishiga sarflangan energiya elektroliz vaqtidagi vodorodning suyuq suv hosil bo'lishidagi yonish issiqligi Q - yonish son jihatdan teng. Agar elektrolizni U kuchlanish va J tok kuchida olib borilsa, u holda energetik balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$3,6 \text{ UJ} = Q + Q \text{ hosil bo'lish.}$$

Bu erda, **Q** -elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, **kJ**.

1 mol vodorodning yonish issiqligi **286 kJ** ni tashkil qiladi, u holda ko'rsatilgan miqdordagi gazni olish uchun **2 . 26,8 A/soat** elektr toki sarflanishi zarur. Xuddi shunday qaldroq gazning yonish issiqligi, 1 soat ichida **J** tok kuchida olingan gaz quyidagiga teng:

$$Q_{\text{xocul } \delta.} = \frac{286}{2 \cdot 26,8} \cdot J = 5,33 \cdot J \text{ kДж/soat}$$

U -kuchlanish va **J** -tok kuchida 1 soatda elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 3,6 U \cdot J - Q \text{ kayt ishl} = 3,6 UJ - 5,33 \cdot J .$$

$$Q = 3,6J (U - 1,48) \text{ kDch .soat.}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, hamma elektr energiya 1,48 V kuchlanishdan yuqorisi, issiqlikka aylanishga sarflanadi. Amalda suvning elektrolitik parchalanishi 1,48 V ga nisbatan ancha yuqori kuchlanishda amalga oshiriladi shuning uchun elektrolizyorlar issiqlik ajralib chiqishi bilan ishlaydi.

e) **Material balans.** Suvning elektrokimyoviy parchalanish jarayoni asosida 1 g-ekv vodorod va kislorod olinishdagi moddiy balans quyidagi jadvalda berilgan.

Material balans	Q = J		Q=100A/soat		Q=2,68A/soat	
	J	0,98	J	0,98		
Suvning elektrolizi	0,336	0,3293	33,6	329,3	9,0	3,82
Vodorod ajralishi (g)						
Vodorod ajralishi (e)da	0,378	0,0366	37,03	36,6	1,0	0,98
Kislorod ajralishi (e)da	0,419	0,41	41,9	41,0	11,2	10,98
Kislorod	0,2987	0,2987	29,87	29,87	8,0	7,84
Ajralishi (g) d	0,2095	0,206	20,95	20,5	5,6	5,49

MA'RUZA № 3

MAVZU: XLOR VA KAUSTIK SODANI ELEKTROLITIK

ISHLAB CHIQISH

REJA:

1. Xlor va kaustik sodani elektrolitik ishlab chiqish.
2. Elektrolitik usulda xlor va ishqorlar ishlab chiqarish
3. Xlor va ishqorlarning xossalari va qo'llanilishi

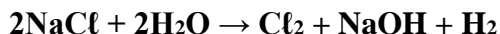
Tayanch atama va iboralar: *elektroliz, elektrolit, kaustik soda, aktivlanish ko'effisienti, o'ta kuchlanish, elektrod, katod, anod, elektr toki, kuchlanish, potensial.*

Elektrolitik usulda xlor va ishqorlar ishlab chiqarish

Hozirgi vaqtda dunyo miqyosida yillik xlor ishlab chiqarish **25 mln.** t dan ortadi. Uni ishlab chiqarish uchun **70 mlyard kvt- soat**dan ortiq elektr energiya sarflanadi. Elektrokimyoviy ishlab chiqarish sanoatda xlor ishlab chiqarish hajmi bo'yicha eng yirik ishlab chiqarishlardan biri hisoblanadi.

Xlor ishlab chiqarish sanoatda **1785 yildan** boshlangan. Birinchi bo'lib xlorni osh tuziga va piroluzitga sulfat kislota ta'sir ettirib olingan. Keyinchalik Vel'don usulida soda ishlab chiqarishdagi chiqindi hisoblangan xlorid kislotadan olgan. **1870 yilda** Dikon usulida **400-500^oS** mis katalizatori ishtirokida gaz holatidagi vodorod xloridni havo kislorodi bilan oksidlab olishga asoslangan. SHu usulda xlorni kuchli suyultirilgan azot bilan ham olish mumkin.

Elektrokimyoviy usulda xlor olish osh tuzi suvli eritmasini elektroliziga asoslangan. Umumiy ko'rinishda reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Elektroliz natijasida xlordan tashqari **NaOH** (kaustik soda) va vodorod ham hosil bo'ladi. Bu mahsulotlar ham kimyo va boshqa sanoat sohalari uchun qimmatbaho xom ashyo hisoblanadi.

Zamonaviy sanoatda elektrolitik usulda xlor va kaustik soda ishlab chiqarish ikki xil elektroliz usulining qo'llanilishiga asoslangan: a) qattiq katodli (diafragmali) b) simobli katod bilan. Bu usullar katodda boradigan reaksiyalarning har xil borishi bilan farqlanadi. Qattiq katodda elektroliz jarayonida vodorod ionlarining ajralishi bo'lib o'tadi va elektrolitda ishqor hosil bo'ladi. Simobli katodda natriy ionlari hosil bo'lib natijada natriy amalgamasi hosil bo'ladi, uni elektrolizdan chiqarib suv bilan parchalaydi: shu vaqtda vodorod ajralib chiqib ishqor hosil bo'ladi. Parchalanishdan hosil bo'lgan simob amalgamasi elektrolizyorga qaytariladi.

Simob katodli usul bilan ancha toza holdagi kaustik soda olish imkoniyati bor, lekin soda narxi qattiq katod usulda olingan soda narxidan yuqori turadi. Oxirgi yillarda yuqori darajadagi toza kaustik sodaga bo'lgan talab yuqori bo'lganligi uchun simobli katod usulida elektrolizni olib borish keng rivoj topmoqda. Dunyo miqyosida 1990 yilda 75% dan ortiq xlori elektrolitik usulda olish shu usulda olib borilgan. Yaponiya va g'arbiy Evropada asosan hamma olingan xlor shu usulda olinadi. AQSH va MDH da diafragma usulda olingan.

Xlor va ishqorlarning xossalari va qo'llanilishi

Normal sharoitda xlor sariq - yashil rangli, bo'g'uvchan hidli gaz. Xlorning NaCl suvli eritmasidagi eruvchanligi suvdagiga nisbatan kam. Xlor $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ va boshqa erituvchilarda yaxshi eriydi. Xlor zaharli modda. Havo tarkibida 0,1-0,6 mg/m^3 xlor bo'lganda nafas olish xavfli, chunki yarim soatdan keyin yuqori nafas yo'llarini burun bo'shlig'i, tomoq va kuzga kuchli ta'sir etadi.

Cl_2 konsentrayasi **100-200 mg/m^3** bo'lganda o'limga olib keladi. Ishlab chiqarish xonalarida xlorning mumkin bo'lgan miqdori 0,1 mg/m^3 oshmasligi kerak. Xlor yuqori kimyoviy aktivlikka ega. Bir qism xlor oqartiruvchi (gipoxlorit kalsiy va xlor ohagi) tayyorlash uchun ishlatiladi. Vodorod atmosferasida xlori yoqib toza vodorod xlorid olinadi. Bu xloridlar titan, niobiy va kremniy olishda ham ishlatiladi. Fosfor, temir va alyuminiy xloridlar ham sanoatda qo'llanilmoqda.

60% dan ortiq ishlab chiqarilgan xlor xlororganik mahsulotlar sintezi uchun ishlatiladi. Yirik xlor talab qiladigan ishlab chiqarishlarga quyidagilar: CCl_4 , CHCl_3 , CH_2Cl_2 , $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, $\text{CH} = \text{CHCl}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ kiradi. Ma'lum miqdordagi xlor gliserin va etilenglikol hamda CCl_2 uchun sarflanadi.

NaOH (kaustik soda)ning asosiy iste'molchilari, bu sintetik tola va sellyuloza – qog'oz sanoati hamda sovun pishirish sanoati hisoblanadi. Kimyoviy sanoatda kaustik soda plastmassalar, insektisidlar, gliserin, vinil xlorid, geksaxloran va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Xlor va ishqorlarni elektroliz usulda ishlab chiqarish uchun

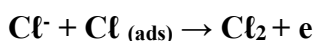
xom ashyo

Elektroliz usulda xlor va ishqorlar ishlab chiqarish uchun asosiy xom ashyo NaCl suvli eritmasi hisoblanadi, kam hollarda KCl dan foydalaniladi. Bu eritmalar yoki tayyorlanadi yoki tabiiy namokob eritmasidan foydalaniladi. NaCl suvda eruvchanligi temperaturaga kam

bog'langan: 0 °S da to'yingan eritmasida 26,3 % **NaCl** dan tashkil topgan. 100°S da –28,2% to'yingan eritmasi atmosfera bosimida 108,7 °S da 28,4% **NaCl** tarkibida bo'ladi.

Anodda xlor ajralishi va anod materiallarining muammolari

Olinish usulidan qat'iy nazar elektroliz vaqtida xlorning ajralishi anodda xlor ionlarining razryadlanishi (ajralishi) bilan boradi. Molekulyar xlor elektrodda ikki ketma-ket boradigan reaksiya natijasida hosil bo'ladi va oraliq mahsulot adsorblangan atomlar xlor hosil bo'lishini o'z ichiga oladi:



Cl suvli eritmasi elektroliz qilinganda suv molekulasini va gidroksil ionlar ham razryadlanishi mumkin. Neytral eritmada 25 °S da **OH**⁻ ionning muvozanat potentsiali

$$E_{\text{OH}^-} = + 0,41 - 0,059 \lg (0,8 \cdot 10^{-7}) = + 0,82 \text{ V ga teng.}$$

Xuddi shu temperaturada **NaCl** to'yingan eritmasi (konsentrasiyasi 5,5 n, aktivlanish koeffitsienti 0,6) da **Cl**⁻ ionlarining ajralishi qaytar potentsiali

$$E_{\text{Cl}^-} = + 1,36 - 0,059 \lg (5,5 \cdot 0,6) = 0,134 \text{ V ga teng (1)}$$

O'ta kuchlanish bo'lmaganda anodda **OH**⁻ ajralishi kerak. Anodli jarayonda xlor hosil bo'lishi uchun, shunday anod material sifatida, xlor ioni hosil bo'lishi past kuchlanishga ega bo'lgan va **OH**⁻ ionlar ajralishi yuqori bo'lishi zarurligini hisobga olish kerak.

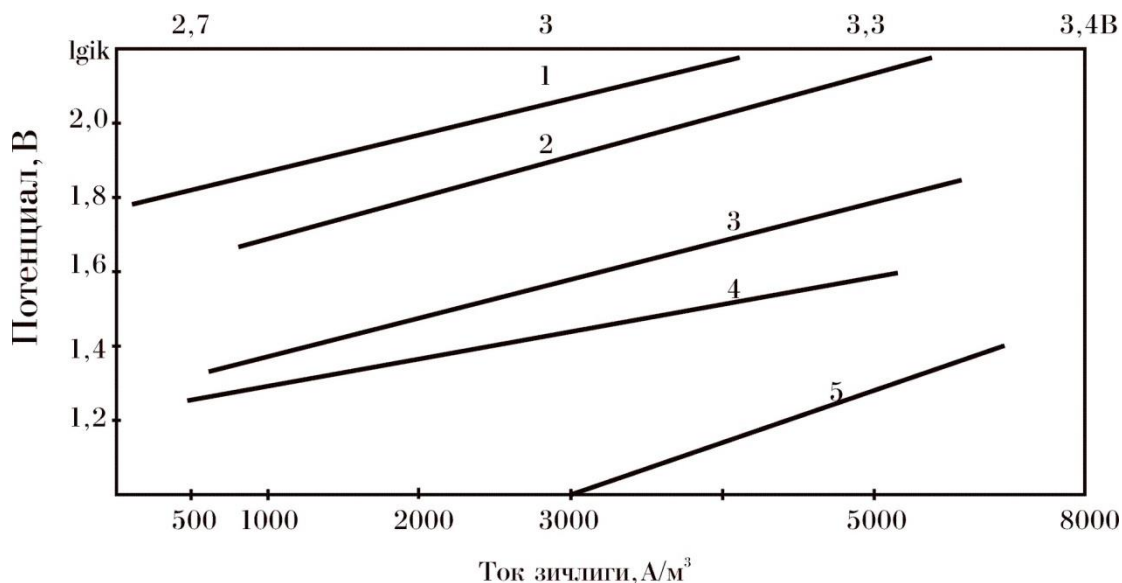
Bundan tashqari xlorli elektrolizyordlarda anodlar yuqori kimyoviy barqaror xossaga ega bo'lishi kerak, nam xlor, **HCl** va **HClO** kislotalar ajralishi paytida, kislorod hosil bo'lganda, ta'sirlashmaydigan va buzilmasligi zarur. Bu talablarga ma'lum darajada magnetit, **MnO₂**, ko'mir, grafit va platinadan tayyorlangan anodlarni ishlatish mumkin.

Ayrim ko'rsatilgan elektrod materiallarning asosiy xarakteristikasi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan:

Anod materiallarning asosiy xarakteristikasi

Material	Solishtirma qarshiligi, $\text{Om}^{-1}, \text{sm}^{-1}$	Ruxsat etilgan tok zichligi A/m^2	Elektroliz buzilishidagi yo'qotish, $\text{g/A}\cdot\text{soat}$	Cl_2 sarfi kg/t
Magnetit	0,036-0,13	1000	-	0,1-0,2
Ko'mir	0,003-0,012	700	0,176	9-30
Grafit	0,001-0,0007	2500	0,055	3-6
Platina	0,000098	2000	-	$5 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$

Hozirgi vaqtda xlor ishlab chiqarish sanoatida asosiy elektrod material sifatida grafit qo'llaniladi va titanli elektrodلarni siqib chiqarmoqda. Ko'mir va magnetitli elektrodلar faqat tarixiy ahamiyatga ega. **NaCl** eritmasida elektrod materiallar qutblanish egri chizig'i 1-rasmda berilgan. Ko'rib o'tilgan materiallarda xlor ajralishi vaqtida o'ta kuchlanish past kislorodga nisbatan, shuning uchun **NaCl** suvli eritmasida xlor ajraladi. Kislorod kam miqdorda hosil bo'ladi.



5 – rasm. NaCl eritmasida (300 g/l) 80 °S temperaturada har xil turdagi anodlarning qutblanish egri chizig'i.

1 –magnetit, 2, platina, titanga qoplangan: 3 –margenets (IV)oksid 4 –grafit 5 –ruteniy oksidi bilan qoplangan titan.

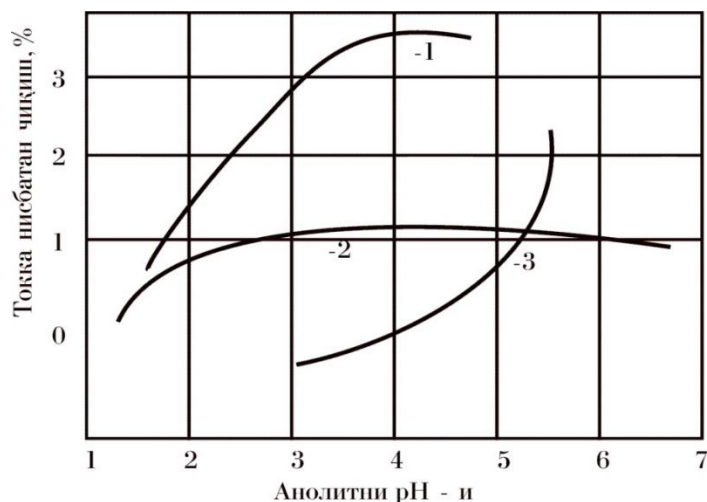
Grafit elektrodلar

Uglerodli materiallar (antrasit, koks, toshko'mirli smolalar) oldindan qattiq qizdirilgandan so'ng, o'lchami 0,5-0,1 mm donalarini olish uchun sharli tegirmonda maydalanadi. Olingan kukun 80-105 °S toshko'mir smolasi bilan aralashtiriladi va olingan aralashma presslanadi, bu «yashil elektrod» deb ataladi va kuydirishga jo'natiladi. Kuydirish uch bosqichda olib boriladi, birinchi oldindan qizdirish (3-4 kun) 350 °S gacha temperaturada, ikkinchisi 850 °S da (20-30 soat) ushlab turiladi va oxirida 25-50 soat davomida 1300 – 1450 °S temperaturagacha ko'tariladi.

Keyin elektrodلar sekin 4-6 kun davomida sovitiladi. Undan keyin elektrodلar ikkinchi kuydirishga beriladi. SHu vaqtda ko'mirning kichik kristallari mustahkamlanadi va sun'iy grafit kristall struktura holida aniq ko'rina boshlaydi.

Grafit elektrodlar to'liq monolit massa holida namoyon bo'lmaydi, to'liq uzunligi bo'yicha ichi mayda g'ovakli bo'ladi. Grafitning g'ovakliligi (elektrod sifatida qo'llanilganda) 20-25% ni tashkil qiladi.

Ko'mir va grafit elektrodning elektroliz sharoitidagi sifat kriteriyasi ularning barqarorligi bilan baholanadi. Oddiy holda tekshirilayotgan elektrodlar barqarorligi xuddi o'sha sharoitda olib borilayotgan eng yaxshi namunalar bilan solishtirilib aniqlanadi.



6 –rasm. Turli anod materiallarda NaCl eritmasida (300 g/l) tok bo'yicha kislorodni chiqishini rN ga bog'liqligi. 1 –Marganest ikki oksidi, 90 °S, 1 kA/m². 2 –Ruteniy oksidi 80 °S. 10 kA/m². 3 –Platinali titan, 80 °S. 2 kA/m².

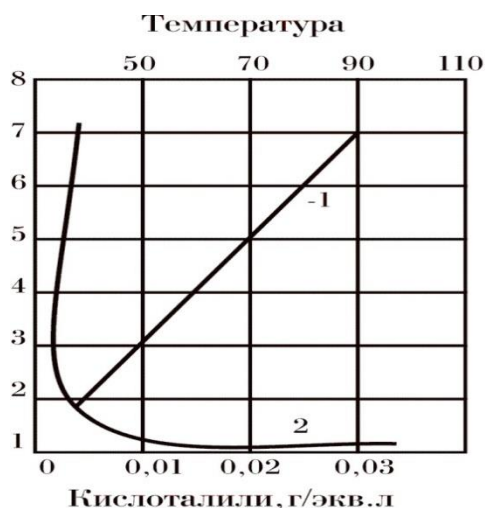
Ayrim ilmiy izlanuvchilar tomonidan aniqlanishicha, elektrodning barqarorligini oshishi, kuydirishni 1200⁰S dan yuqorida o'tkazishligini ta'kidlagan. Grafit elektrodlar barqarorligiga, olingan boshlang'ich xom ashyo va shixtaning granulometrik tarkibining fizik-kimyoviy xossalari etarli darajada ta'sir qilinishi o'qtirib o'tilgan.

Grafit elektrodlar buzilishi. Grafit elektrodlar elektroliz jarayonida asta-sekin buzila boshlaydi. Anodning buzilishi grafit yuza qismining asta-sekin buzilishi uning ustida oksidlanish jarayoni natijasida **CO₂** va **CO** hosil bo'lishi bilan bog'liq. Grafitmas ayrim donachalarining qo'yishi natijasida, grafit asosi bilan bog'lanishi yo'qotiladi va bo'yaladi. Mexanik buzilish qismi anodning umumiy yo'qotilishi massasi grafit sorti va ayrim boshqa omillarga nisbatan 10% dan 70% gacha tashkil qiladi.

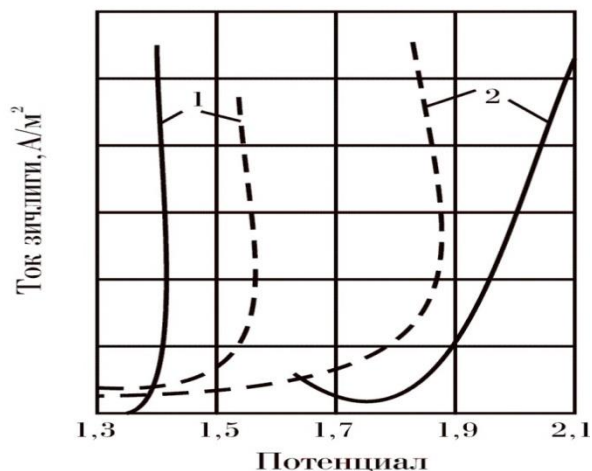
Buzilish tezligi faqat grafit strukturasi bog'liq bo'lmay, elektroliz sharoitiga ham xususan anolit kislotaligiga ham bog'liqdir. Kislotalik 0 dan 0,01 g – ekv/l gacha oshirilsa, buzilish tezligi birdan kamayadi. Anodning barqarorligiga temperatura ta'siri ham katta ahamiyatga ega, temperatura ko'tarilishi buzilishni kuchaytiradi. Bunga sabab temperatura oshishi oksidlanish

reaksiya tezligini oshiradi. Bundan tashqari O_2 o'ta kuchlanishi tezda tushadi, lekin xlor o'ta kuchlanishi va tok qismi O_2 ajralib chiqishda sarflanishi oshadi.

Grafitning buzilishiga anodning qutblanishi va tok zichligi (1,8-1,9V yaqin) bo'lganda grafit buzilishi tezlashadi. Anod buzilish tezligini juda kichik tok zichligi ham oshiradi. Buning sababini grafitda Cl_2 va O_2 qutblanish egri chizig'i bilan tushuntirish mumkin. Kichik tok zichligida Cl^- va OH^- ionlarning ajralish potentsiali bir-biriga juda yaqin va hamda kislorod ajralib chiqishda tok kuchining sarflanishi ancha oshadi.

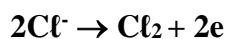


7 – rasm. Grafit anod buzilishi tezligiga kislotalilik, g/ekv.l kislota (2) va temperatura (1)ning ta'siri



7^a – rasm. 50^oda NaCl 23% li eritmasida Cl_2 (1) va O_2 (2) ning ajralish potentsiali (aniq chiziq - platina elektrodi, punktir chiziq - garfit)

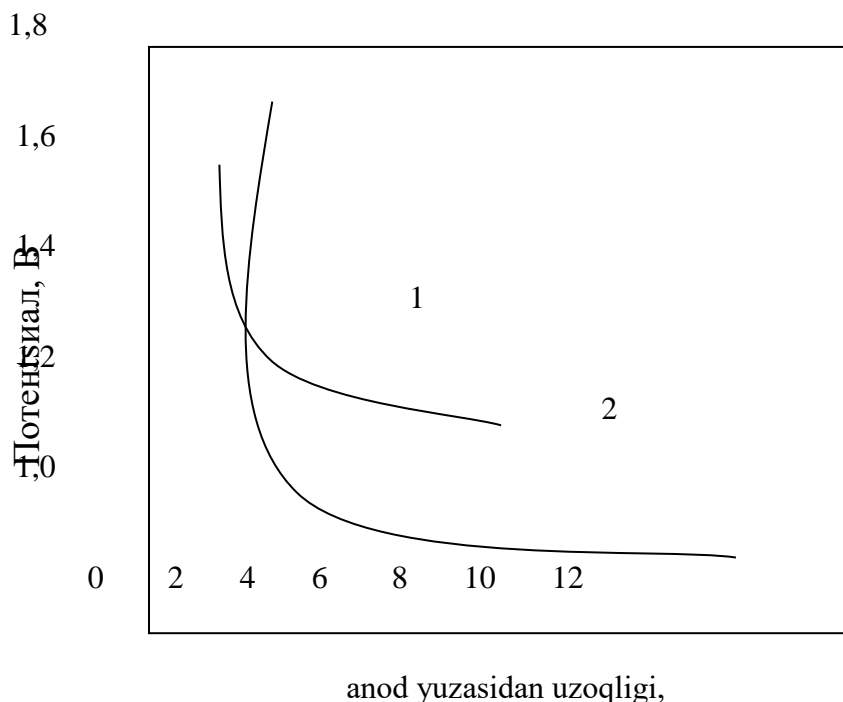
Grafit buzilish tezligiga grafitning g'ovaklari juda kuchli ta'sir qiladi. Bunga sabab tok zichligi yuqori bo'lganda, anodning chekka qismlarini buzilishi va boshqa sabablar oksidlanish jarayoni chuqur ichki qismlarda borishidir. Anod chuqurligi bo'yicha potentsialning tarqalishi shuni ko'rsatadiki, potentsial tezda tushib ketadi va 2 mm chuqurlikda shunchalik tushadi, bu sistema uchun muvozanat qiymatga yaqinlashadi.



Ko'rinib turgandek, g'ovak tubida Cl^- ionlarining razryadlanishi mumkin bo'lmay qoladi va faqat kislorod ajralib chiqa boshlaydi. Kislorod grafitni g'ovakda oksidlaydi, shuning uchun g'ovak kengayadi, hamda ayrim **grafit** zarrachalarining **ranglanishiga** olib keladi.

Sanoatda yaqin bo'lgan sharoitda, anodning chuqur oksidlanishi 2-10% tashkil qiladi. Grafit intensiv buzilishi nisbatan yirik g'ovaklarda faqat tez o'tadi, kichik chuqurliklarda ayrim elektrolit sirkulyasiyasi bo'lishi mumkin.

Grafitli anodlar g'ovakligi salbiy ta'sirini yo'q qilish uchun moylar shimdiriladi. Eng ko'p tarqalgan anod shimdiriluvchilar sifatida uglerod to'rt xloridda eritilgan zig'ir yoki tunga moylari olingan. SHimdirishning ahamiyati ko'rinishidan g'ovakni to'ldirish emas, yuza qismini ho'llanmasligini kamaytirishdir, natijada g'ovakda elektrolit sirkulyasiyasiga xalaqit beradi. SHuning uchun moy shimdirilgan elektrodda grafit chuqurliklarida potensialning tushishi tezda oshadi (V- 7 rasm) va g'ovaklarda o'tkaziladigan jarayonlarda tok sarflanishi birdan kamayadi.



8 - rasm. Grafitli anodlar g'ovaklari chuqurligidagi potensialning o'zgarishi.

1 - SHimdirilgan anod; 2 - moy shimdirilmagan anod.

Quyida keltirilgan raqamlar yutilishining grafitli anod emirilishiga ta'siri yaxshi solishtirilgan.

Tok bo'yicha, umumi%		
Cl₂	97,6	97,2
CO₂	2,4	1,8
Anod emirilishi, mg/(A.soat)		
Mexanik	1,13	0,63
Umumiy	2,7	2,0

Anodning emirilishi elektrodlar orasida masofani buzishga olib keladi, xuddi shunday elektr energiya sarfi hamda shlam hosil bo'lishi diafragmani ishlashini susaytiradi. To'g'ri texnologik rejim saqlanilganda xlor olish uchun grafit sarflanishi 2 – 8 kg/t ni tashkil qiladi. 800 – 1000A/m³ tok zichligida grafitli anodlar ishlash vaqti bir yilgacha davom etadi. Grafit materiallar yuqori

solishtirma qarshilikka ega hisoblaniladi, shuning uchun uning balandligi bo'yicha tok bir xil tarqalmaydi. Bu elektrodlar balandligini tanlashda e'tiborga olish zarurligini, xuddi shunday hozirgi vaqtda asosan vertikal joylashgan elektrodli elektrolizyorlar qo'llanilmokda.

Ikki ko'rinishda tok uzatiladi – yuqori va pastki - yuqoridan tok uzatishda elektrodga yuqori qopqoqdan tok ulanib beriladi. YUqoridan uzatishda elektrodga yuqori qopqoqdan qo'yi qismi - elektrolizyor pastki tub qismidan tok ulanib beriladi. YUqori qismidan tok berilishi pastki qismiga nisbatan tok zichligi har holda teng tarqaladi, xuddi shunday anod qarshiligining o'zgarishi elektrod balandligi bo'yicha gaz to'ldirilishi bilan kompensasiyalanadi. Quyi tok uzatishda tok zichligi o'rtacha 700 A/m^2 tashkil qiladi va 1 m balandlik bo'yicha tok zichligi 500 dan 100 A/m^2 gacha yuqori tok o'tkazishda – esa 600 dan 800 A/m^2 gacha o'zgaradi. Bunday tok zichligining tezda o'zgarishi elektrolizyor balandligi, 100-1200 mm gacha chegaralaydi. Bugungi kunda ikki tomonlama tok pastki va yuqori qismidan uzatilib ishlovchi elektrolizyorlar unchalik qulay emas va sanoatda keng tarqalmagan.

Platina. YUqori korroziyaga barqarorli, xlor o'ta kuchlanishning pastligi, anod materiallariga qo'yilgan talablarni ko'pchilik hollarda qoniqtiradi. Uning keng qo'llanilishi tannarxi yuqori ekanligi bilan chegaralangan. Platina va uning niobiy, tantal, titan, iridiyli qotishmalaridan tayyorlangan elektrodlar yaxshi natijalar beradi, lekin platina kamyobligi tufayli xlor sanoatida qo'llanilmaydi, olinadigan xlorning qiymati ko'tarilib ketadi.

Ruteniy – oksidli anodlar. Oxirgi yillarda titanni unchalik qimmatbaho hisoblanmagan metallar va ular oksidlari bilan qoplash taklif qilindi. Bulardan eng muvaffaqiyatlisi, ruteniy oksidini titan oksidi bilan aralastirib tayyorlashdir. Bu aralashma qattiq eritma hosil qiladi va nisbatan yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega.

Oksidlarning aktiv massasini oldindan zaharlab tayyorlangan titan (list) pastiga titan va ruteniy tuzlarini qoplash hisobiga olinadi.

Pasta qoplamasi oldindan quritiladi va keyin $350 - 400 \text{ }^{\circ}\text{S}$ temperaturada termik qayta ishlanadi. Pasta 5-10 marta qoplanadi, shunday usul bilan olingan qatlam bir necha mikron qalinlikka ega. Titan ruteniy (ruteniy oksidli) anodlar bilan ishlash jarayoni ko'rsatadiki 0,5-1,0 mkm qalinlikda 2000 A/m^3 tok zichligida 2-3 yil davomida ishlash mumkin. Aktiv qatlam emirilganda bu elektrodlar engilgina regenerasiya qilinib, yangitdan qayta ishlanib foydalanish mumkin.

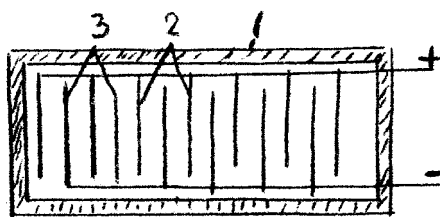
Ruteniy - oksidli elektrodning qulayligi ularning buzilmasligi hisoblanadi. Bu ishtirokida xlor olinganda tarkibida uglerod oksidlari bo'lmisligi, shlam yig'ilmasligi, diafragmalarning to'lmisligi yoki simob katodlarining ifloslanishiga olib kelmaydi.

Elektrodlar orasidagi masofani turg'unligi simob katodli elektrodlar xizmat qilishni engillashtiradi va elektr energiya sarfini kamaytiradi.

Elektroliz sanoati metallurgiyada, noorganik moddalar ishlab chiqarish va galvanotexnikada keng qo'llaniladi. Eritilgan minerallar, tuzlar va suyuqlanmalardan metallar ajratib olinadi. Oltin, kumush va boshqa metallar ajratib olinadi. Elektrolitik rafinasiya, elektroekstraksiya kabi va boshqa sanoat usullaridan foydalaniladi. Avtomobil sanoatida, mashinasozlik va xalq xo'jaligining boshqa qator sohalarida metallarni elektrolitik qoplash usulidan keng foydalaniladi.

Elektrodlarni ulash sxemalari

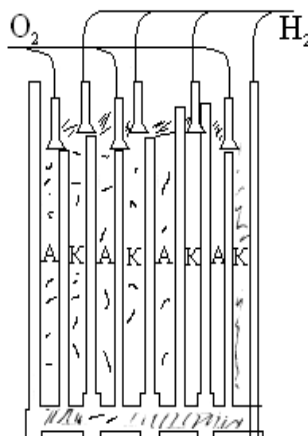
Elektrokimyoda doimiy tok manbaiga mono va bipolyar ulanuvchi elektrolizyorlar ishlatiladi. Monopolyar ulanishda hamma bir xil zaryadli elektrodlar bir shinaga biriktirilib doimiy tok manbaini o'ziga mos qutbiga ulanadi.



9 – rasm. Elektrolizyorning monopolyar ulanish sxemasi.

1 –elektrolizyor korpusi. 2 –anodlar. 3 –katodlar.

Bipolyar ulanishda esa anod va katod elektrodleri navbatma - navbat joylashtiriladi.



10 - rasm. Elektrolizyorning bipolyar ulanish sxemasi

Bipolyar ulanishda doimiy tok manbaidan ikkita qutb elektrolizyorning ikki chekkadagi elektrodlariga ulanadi. Elektrolizyorning bipolyar yacheykalaridan tok o'tadi, umumiy kuchlanish bitta yacheykadagi kuchlanishni yacheykalar soniga ko'paytmasiga teng.

Bipolyar elektrolizyolar uchun chiziqsimon va ekvivalent tok kuchi tushunchalari qo'llaniladi.

Tokning ekvivalent kuchi elektrolizyordan o'tgan tokning chiziqsimon kuchini Z_{chiz} yacheykalar soni (n) ko'paytmasiga teng.

$$Z_{ekv} = Z_{chiz} \cdot n$$

Monopolyar elektrolizyolar katta tok zichligi va kichik kuchlanishga, bipolyar elektrolizyolar kichik tok zichligi va yuqori kuchlanishga moslangan bo'ladi.

Elektrolizyolarning konstruksiyasi

Elektrokimyo sanoatida ishlatiladigan hamma elektrolizyolar ikkiga bo'linadi a) yashiksimon va b) pressfiltri.

Yashiksimon elektrolizyolar silindrik yoki to'g'ri burchakli bo'ladi. Elektrodning mono yoki bipolyar paketi elektrolizyorning bitta korpusiga joylashadi. Gidrometallurgiya va galvanotexnikada bularni **galvanik vannalar** deb ataladi.

Pressfiltrli elektrolizyolar alohida ramalardan tashkil topib konstruksiyaga vintli yoki gidravlik qurilma yordamida mahkamlanadi.

Elastik prokladkalar yordamida alohida ramkalar zichlanadi.

Elektrolizyordagi dastlabki moddalar parchalanish tezligi yashikli elektrolizyorga qaraganda ancha baland.

Elektroliz vaqtida elektrodarga eritmani bir tekisda tegib turishi harorat hamma joyda bir xil bo'lishi uchun intensiv ravishda sirkulyasiya qilib turiladi. Pressfiltrli elektrolizyordalarda odatda elektrodlar bipolyar ulanadi.

Pressfiltrli elektrolizyolarni asosiy kamchiligi juda ko'p mayda detallardan iborat bo'lib, konstruksiyaga mahkamlash, germetiklash, yig'ish, remonti ko'p mehnat talab qiladigan ish, yashikli elektrolizyorda esa bu oson.

Gidrometallurgiyada ishlatilayotgan elektrolizyolar murakkab bo'lmagan uskuna bo'lib aylanuvchi barabanli yoki diskli katoddan iborat bo'lib, bu lenta yordamida doim aylantirib turiladi. Harakatlanadigan katod ishlatilganda tok zichligi oshadi, agar reaksiya mahsuloti metall kukunsimon tarzda hosil bo'lsa, uni reaksiya idishdan olish osonlashadi.

Elektrolizyolarni zalga joylashtirish

Yirik elektrokimyo sanoatida elektroliz sexlari alohida ahamiyatga ega bo'lib, u erga bir necha seriyadagi elektrolizyorlar joylashtiriladi. Elektrolizyorlar tartib bilan qator o'rnatilib elektr manbaiga ketma-ket ulanadi, elektrolizyorlar elektr manbaiga tok kuchini to'g'rilagichlar yordamida ulanadi. Kuchlanishi 350-400 v va tok kuchi 125; 25; 50 ka. Tok kuchini to'g'rilovchi yordamchi stansiyalar sexga yaqin joylashadi. Hozirgi elektrokimyo kombinatlarida yarim o'tkazgichli to'g'rilovchi agregatlardan foydalaniladi.

Vannalar elektr tarmog'iga har xil ulanishi mumkin, bu elektrolizni maqsadi, olinayotgan materialga bog'liq. Lekin shuni unutmaslik kerakki, binoni har metr kvadrati tejalishi, ishlash uchun to'liq sharoit, texnika xavfsizligi hisobga olish kerak.

Elektrolizyorlarni bir-biriga ulashda tok behuda sarflanmasligi kerak. Elektrolizyorga boradigan elektrolitlar iloji boricha elektrizolyasion materiallardan, ular mahkamlanadigan uskunalar ham izolyasialangan bo'lishi kerak. Sexga elektrolizyorlar fosfor izolyatorlar ustiga o'rnatilishi kerak. Agar beton yoki g'ishtli ustunlar ustiga o'rnatilsa, ular butunlay smola bilan shimdirilishi kerak. Elektrolizyorlar balandroq 2,5-3 m balandlikdagi ustun ustiga o'rnatilib, ostiga turli yordamchi qurilmalar joylashadi.

Gidrometallurgiya sanoatida sexni yoniga anod va katod yasaladigan sex joylashadi. **Galvanika** sexlarida esa buyumni yuzasini tozalab beradigan yordamchi xonalar ham joylashadi.

MA'RUZA № 4

MAVZU: OSH TUZINI QATTIK ELEKTROD BILAN ELEKTROLIZ

REJA:

1. Hidroelektrometallurgiyani qo'llanish sohalari
2. Osh tuzini qattik elektrod bilan elektroliz nazariyasi.
3. Diafragmali elektrolizerlar.
4. Texnologik tizimlari

Tayanch atama va iboralar: Hidroelektrometallurgiya, elektroekstraksiya, elektroliz, suyuqlanmalar, elektrolit, diafragma, elektrod, konsentrat, kationit, anionit.

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.

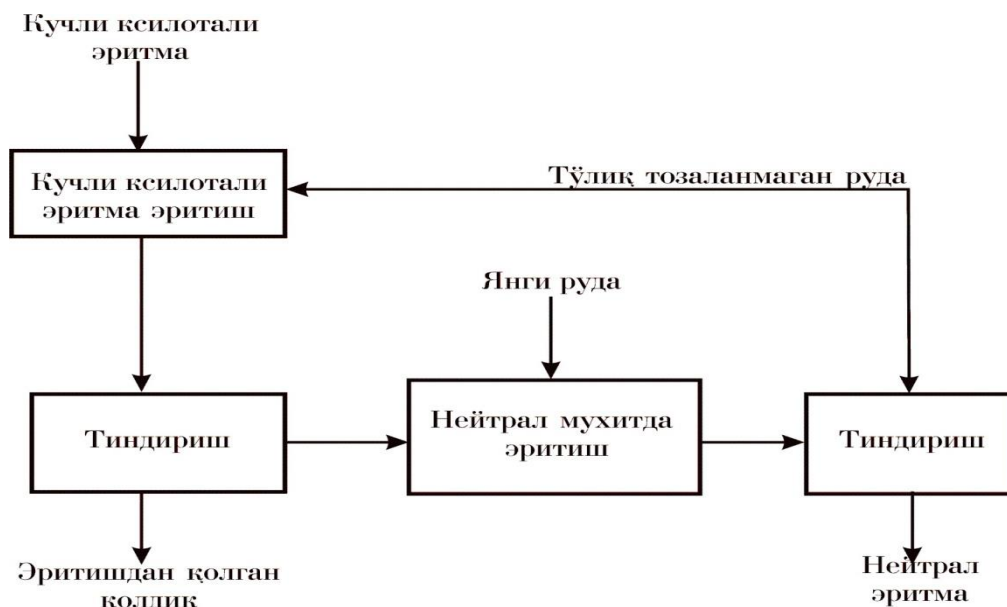
Suvli eritmalardan katodda metall ionlarini qaytarishdan tashqari, elektromanfiyligi yuqoriroq metall yoki vodorod elektrod bilan elektrolizsiz ma'lum sharoitlarda shu reaksiyalarni o'tkazish mumkin. Bu jarayon **sementasiya** yoki **siqib chiqarish** deyiladi.

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.



8 - 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:

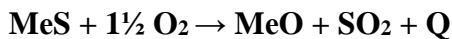
- a) ruda yoki konsentratni kuydirish;
- b) kuydirilgan mahsulotni yuvib solish;
- v) hosil bo'lgan eritmani begona qo'shimchalardan ajratish.

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.

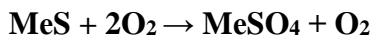
Kuydirish murakkab kimyoviy metallurgik jarayondir. Kuydirish jarayoni to'rt xil bo'ladi.

2. Oksidlab kuydirish - bu sulfidli rudalar kuydiriladi.

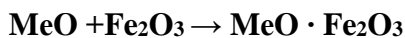
YUqori haroratda kuydirish reaksiyasining umumiy ko'rinishi:



Past haroratda sulfatli kuydirish:

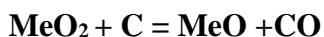


Ayrim hollarda yuqori haroratda **ferritlar**, ya'ni metall oksidi bilan temir oksidini hosil qilgan minerali – hosil bo'ladi.



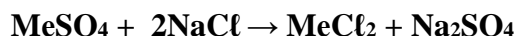
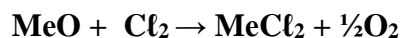
Bu modda faqat konsentrlangan kislotalarda eriydi, qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lmasligi uchun har qaysi rudani tarkibiga qarab kuydirish usullari qo'llaniladi.

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



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

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

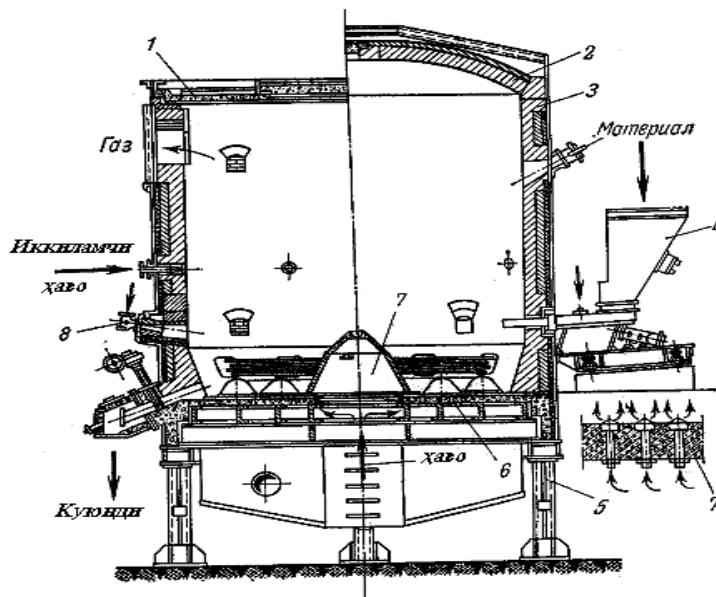


Xlorli kuydirish natijasida hosil bo'lgan xloridlar elektroliz qilish oson.

5. **Kalsiyab kuydirish**-karbonatli rudalarni ishqor ta'sirida ko'piklanmasligi uchun bajariladi.



Kuydirish jarayoni turli konstruksiyadagi pechlarda olib boriladi: gorizontali trubali, shaxtali, o'rtada aylanuvchi valli. Yangi texnologiyalar bo'yicha gidroelektrometallurgiyada qaynovchi qavatli pechlarning turli konstruksiyalari ishlatilmoqda. Ishlash jarayoni 11-rasmda tasvirlangan.



11 -rasm. Qaynovchi qavatli pech sxemasi.

1 -issiqqa chidamli betondan chiqish; 2 –shamol¹; 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.

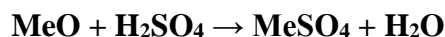
Oksidlovchi kuydirish hollarda esa gaz-tashuvchi va gaz-reagent havo hisoblanadi, ayrim hollarda boyitilgan kislorod qo'llaniladi. Qaytarib kuydirish jarayonida metall gazlari, koksokimyoviy pechlar va boshqa tarkibdagi qaytaruvchi reagentlar masalani metan tarkibli gazlar qo'llaniladi.

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.

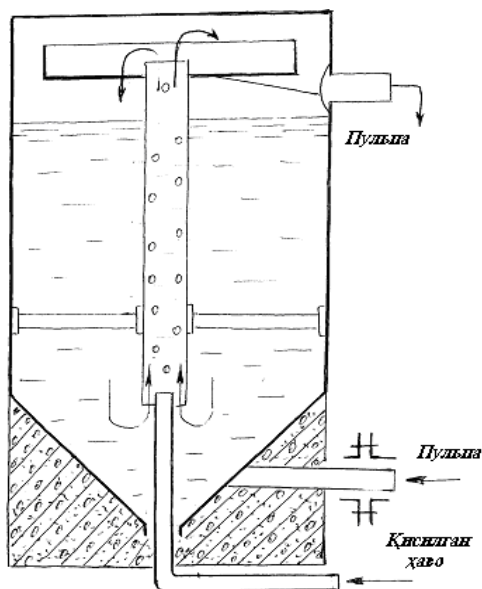
Silikatli rudalar qayta ishlash qiyinligi uchun ko'p ishlatilmaydi.

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 uskunalari 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 pulpa pastdan yana qisilgan havo bilan yangi pul'pa aralashtirilib, **reaktorga** jo'natiladi.

Yuvish jarayoni eng pastki qavatda rudani butunlay ho'llaydi, chiqayotgan eritma yuvish jarayoniga qayta-qayta yuborilsa **ko'p qavatli yuvish** deyiladi.

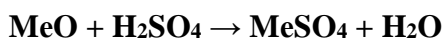


12 - rasm. Aerolift usulida ho'llash apparati sxemasi.

Rudani qayta ishlashni avtoklav usuli

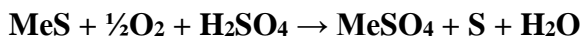
Bu usul yuqori bosim va temperaturada qayta ishlashga asoslangan bo'lib, avtoklav usulida rudani kuydirish va yuvish bir vaqtda olib boriladi. Yuqori bosim ($0,5-2 \text{ mPa}$, va $5-20 \text{ kg sm/sm}^2$) va harorat 100°S (200°S gacha) kimyoviy reaksiyalar tezligi tezlashadi oddiy sharoitda sodir 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

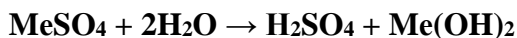
Metallarni **pirometallurgik** rafinlashda ham rudalarni yuvib eritganda ham **elektroliz** jarayoniga xalaqit beruvchi komponentlar uchraydi.

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.

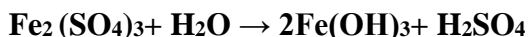
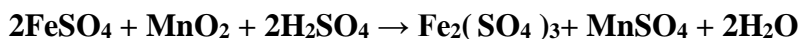
Gidroelektrometallurgiyada eritmani tozalashni bir necha usullari bor.

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.

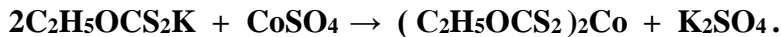


Gidroksidlar va metallarning tuzlari turli xil muhit - rN da eruvchanlik ko'paytmasi har xil bo'lgan birikmalar hosil qiladi.



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 **Co²⁺** ioni oldindan oksidlanib **Co³⁺** ga o'tkaziladi, oksidlash uchun **CuSO₄, KMnO₄, NaNO₃** 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.

Elektrokimyoviy usul (forelektroliz) gidroelektrometallurgiyada juda kam ishlatiladi, faqat yuqori tozalikka ega metallar uchun ishlatiladi.

Nazorat savollari

1. Gidrometallurgiya nima?
2. Rafinasiya jarayonini tushuntirib bering.
3. Ekstraksiya va elektroekstraksiya usuli qanday jarayon hisoblanadi?
4. Sementasiya siqib chiqarishning mohiyati.
5. Kuydirish jarayonini tushuntirib bering va xillarini kursating.
6. YUVish jarayoni nima?
7. Ruda qayta ishlash nima? Boyitish deganda nima tushiniladi?

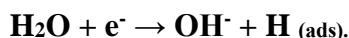
**MAVZU: XLOR VA UYUVCHI NATRIYNI ISHLAB CHIQISH. ISHLAB
CHIQRISH XOM ASHYOLARI.**

REJA:

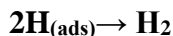
1. Xlor va uyuvchi natriyni xossalari va ishlatilishi.
2. Xlor va uyuvchi natriyni ishlab chiqish
3. Ishlab chiqarish xom ashyolar
4. Osh tuzini qattik elektrod bilan elektroliz nazariyasi
5. Diafragma elektrolizerlar
6. Simob katodli elektroliz jarayonlari
7. Xlor va uyuvchi natriyni ishlab chiqishni texnologik tizimi

Tayanch atama va iboralar: *elektroliz, suyuqlanmalar, elektrolit, diafragma, elektrod, konsentrat, rassol, ion, katod, anod, sirkulyasiya, filtr.*

Natriy xloridning suvli eritmasi elektroliz qilinganda qattiq katodlarda vodorod H_2 ajralib chikadi.



Adsorblangan vodorod atomi molekulyar vodorodni hosil qiladi.

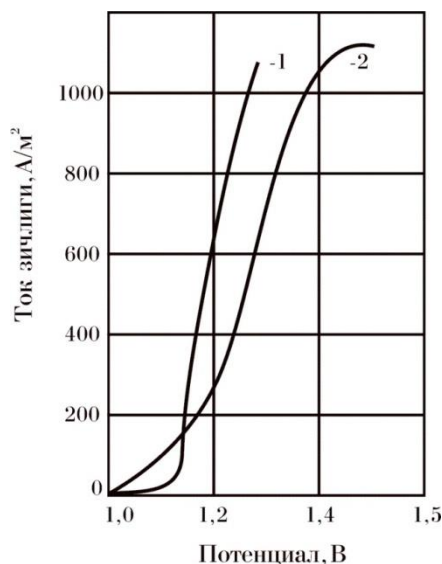


Vodorodning ajralishi standart potentsiali – 0,828 V ga teng. Agar ajralish sharoiti standart sharoitdan farq qilsa, vodorod ajralish muvozanat potentsialini eritmada quyidagi formula bo'yicha hisoblab topish mumkin.

$$E_H = E_{H^0} + \frac{2,3RT}{F} \lg f_{OH} C_{OH}$$

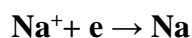
Bu erda, f_{OH} , S_{OH} –gidrooksil ionlarning aktivlik koeffisienti va ularning konsentrasiyasi.

Xlor ishlab chiqarish sanoatida faqat St.3. markali po'lat ishlatiladi. 13 rasmda 75 °S da natriy xlorid ishqoriy eritmada (1) po'lat va (2) temirning qutblanish egri chizig'i tasvirlangan.



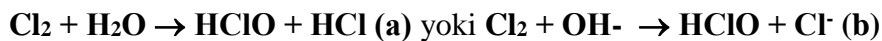
13 –rasm. 2 normalli eritmada vodorodning ajralish potentsiali.

Po'lat katodda natriy ionlari ajralishi amaliy jihatdan mumkin emas, reaksiyaning standart potentsiali ham xuddi shunday, juda katta manfiy qiymatga ega – 2,714 V ga teng.



Qo'shimcha jarayonlar

Anodda ajralib chiqqan xlor qisman elektrolitda eriydi. Eritgan xlorning miqdori eritmada **NaCl** natriy xlorid konsentrasiyasi va temperaturaga bog'liq. Eritmada suv va erigan xlor orasida muvozanat o'rnatiladi.



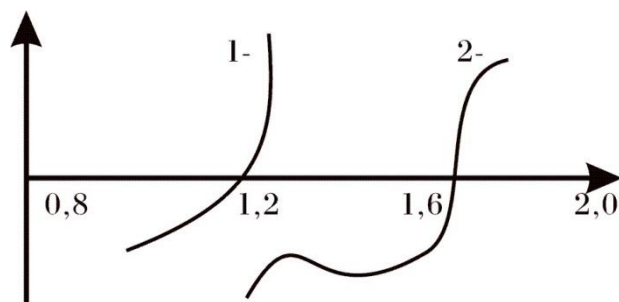
HClO kislota juda kam dissosialanadi. Xuddi **NaCl** natriy xloridning konsentrlangan eritmasida erkin hosil bo'lgan **HClO** kislota anod oldidagi eritma tarkibidagi ionlari unchalik o'zgarmaydi va juda kam **ClO⁻** ionlari hosil bo'ladi, bu elektrolizga ta'sir qilishi mumkin emas. Biroq agar **OH⁻** ionlar miqdori oshsa, diffuziya yoki mexanik aralashtirish tufayli, u holda **HClO** kislotaning erkin neytrallanishi uchun yaxshi dissosialanadigan tuzi hosil bo'ladi.



HClO kislotaning neytrallanishi reaksiya (b) muvozanatini unnga siljitadi va yangi miqdordagi xlorning erishi uchun imkoniyat yaratadi. Agar ishqor miqdori katoddan berilsa, hosil bo'lgan xlorning ekvivalent miqdorida, u holda **HClO** kislota tuzi hosil bo'lishi uchun to'liq sarflanadi. Bu holda elektrolizda xlor ajralib chiqmaydi, balki **HClO** kislota tuzlari hosil bo'ladi:



ClO^- ionlarining hosil bo'lishi elektroliz borish jarayonni tubdan o'zgartirib yuboradi, xuddi shunday bu ionlar razryadlanishi (1 chiziq 14-rasm) hosil bo'ladi, anodda potensialning kamligi Cl^- ionlariga nisbatan (2 chizik).



14 -rasm. Cl^- va ClO^- ionlarining zaryadsizlanish potentsiali.

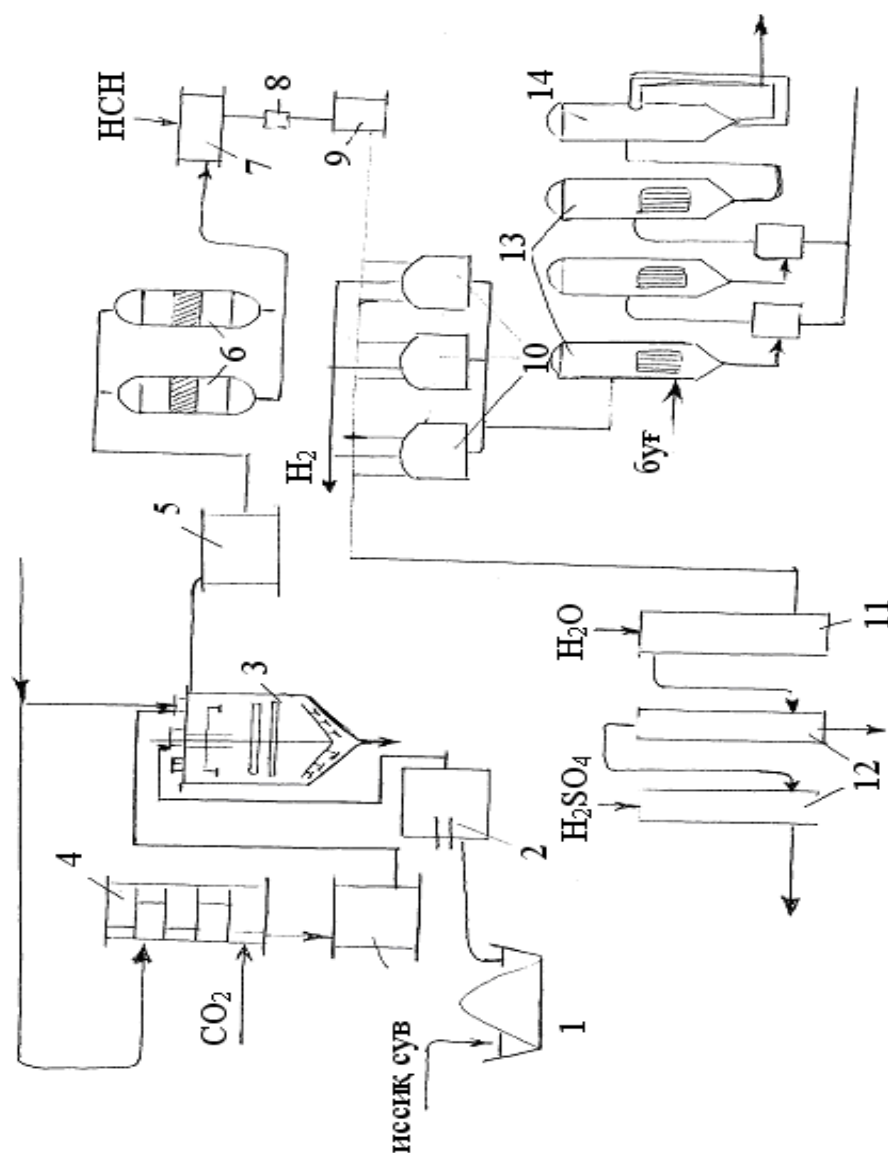
SHuning uchun xlorovat natriyning kam konsentrasiyasida ham anodda Cl^- va ClO^- ionlari birgalikda razryadlanadi.

Xlor ishlab chiqarish korxonalarining texnologik sxemalari

Qattiq katodli elektrolizyorda xlor olishning texnologik sxemasi

Qattiq katod yordamida xlor olish usullari quyidagi ishlab chiqarish bosqichlarini o'z ichiga oladi: **namokob (rassol)ni tayyorlash, uni tozalash, elektroliz, xlor va vodorodni quritish, elektrolitik xlorni** bug'lantirish. Ayrim hollarda bu bosqichlarga xlorni siqish jarayoni va qattiq ishqor **NaOH** kaustik sodani eritish. Ishlab chiqarishning texnologik sxemasi 15- rasmda berilgan.

5 mg/l Ca^{2+} , 1,0 mg/l Mg^{2+} va 5 mg/l SO_4^{2-} oshishi mumkin emas.



15 -rasm. Diafragma usulda xlor ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.

1-Erituvchi omborxonasi; 2-tozalanmagan eritma (rassol)ni qizdiruvchi; 3-(osvetlitel') tindiruvchi; 4-qaytgan (rassol) eritmani karbonizatsiyalash kolonkasi; 5-tindirilgan eritma (rassol)ni yig'uvchi; 6-filtrlar; 7-neytralizator; 8-pH-indikatorlar; 9-oraliq sig'imli (idishlar) qurilmalar; 10-elektrolizyorlar; 11-xlorni yuvish va sovutish qurilmalari; 12- qurutgichlar; 13- uch korpusli bug'lantiruvchi qurilmalar; 14-sirkulyasiya uchun bug'lantiruvchi qurilma.

Namokob tayyorlash. Namokob qizdirilgan suvda osh tuzini eritib yoki er osti ishqorlash usuli bilan tayyorlanadi. Keyingi usul bugungi kunda keng qo'llanilmoqda.

Xlor zavodlari uchun 6-8 oyga iste'molga etadigan hajmda o'z-o'zidan cho'kadigan tuz zahirasini hosil qilish zarur. Bu zahiralarda omborxonalarda barpo etilib hajmi 8-20 ming t gacha etadi. Barcha ortish tushirish ishlari mexanizatsiyalashgan. Agarda tuzni temir yo'llar orqali olib kelinsa, omborxona tublari vagonlardan tuzlarni tushurish uchun chuqurlashtirilgan bo'lishi kerak.

Namokob tayyorlash. Tabiiy tuz tarkibida har doim kalsiy va magniy birikmalari bo'ladi, bu diafragmaning tezda bitib qolishga olib keladi. Sulfat-ionlar qatnashishi ham yaxshi ta'sir etmaydi. Ko'rsatib o'tilgan aralashmalar eritmani tozalash yo'li bilan yo'qotish zarur va ularning miqdori quyidagidan **5 mg/l Ca²⁺, 1,0 mg/l Mg²⁺ va 5 mg/l SO₄²⁻** oshishi mumkin.

Ca²⁺ va Mg²⁺ ionlarini **NaOH** o'yuvchi ishqor va **NaHCO₃**, soda bilan eritmani qayta ishlab, erimaydigan tuzlari **CaCO₃** va **Mg(OH)₂** ko'rinishida hosil qilinib cho'ktirib tozalanadi. Kalsiy karbonat yuqori temperaturada kam eruvchan va cho'ktirish 40-70 °S da oddiy sharoitda olib boriladi. Bu temperaturada cho'kindining yirik kristallarini engil ajratishga imkon yaratadi.

Kalsiy va magniy ionlarini cho'ktirishni tezlashtirish-yuqori molekulyar moddalar-flokulyantlar ishtirokida olib boriladi. Flakulyant sifatida sanoatda poliakrilamid (mol og'irligi 10⁶ ga yaqin) qo'llaniladi. To'liq cho'ktirishga erishish uchun hamda qurilma va uskunalarni korroziyalanishini oldini olish maqsadida reagentlarni ortiqchasi bilan olish zarur. Tozalangan eritmada -**NaOH** miqdori 0,1 g/l va **Na₂CO₃** – 0,4 g/l dan oshmasligi zarur.

Sulfatlar erimaydigan **bariyli tuzlar** ko'rinishida yo'qotiladi, eritmaga **bariy xlorid** yoki **bariy gidroksid** kiritib hosil qilinadi. Namokobni tozalash uzluksiz ishlovchi tindiruvchi maxsus qurilmada amalga oshiriladi. Tozalangan namokob to'liq tindiriladi, qizdiriladi, kislota bilan neytrallab elektrolizga beriladi.

Elektroliz. Xlorli elektrolizyorlar yaxshi tabiiy ventilyasiyaga ega bo'lgan bir qavatli binolarga joylashtirilgan bo'ladi. Ayrim hollarda bino erto'lali inshootlarga ega bo'ladi va bunga ishqorni yig'uvchi va boshqa yordamchi qurilmalar joylashtiriladi. Elektr toki bilan ta'minlash 380-825 V kuchlanishli, yarim o'tkazgich ko'proq tarqalgani uchun 420V kuchlanishli to'g'rilagichlar orqali amalga oshiriladi.

Eritma bilan ta'minlash uchun o'lchovli idishlardan o'z oqimi bilan beriladi. Beriladigan eritma miqdori avtomatik rejimda boshqariladi. Sexda elektrolizyorlar oddiy bir qator qilib o'rnatiladi. Ikki qator orasida har bir tayanch konstruksiyalarga xlor va vodorod yig'uvchilar qo'yilgan. Eritma va ishqor o'tkazuvchilar erga joylashtirilgan.

Xlorning miqdori yuqori darajada bo'lsa insonga, atrof-muhitga ta'siri va vodorod bilan arlashmasi portlash hosil qilish mumkin shuning uchun xlor ishlab chiqarish sexlarida texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilish uchun maxsus talablar qo'yiladi. **Bulardan eng muhimi: elektrolizyor va trubalarni to'liq germetiklash** va binoni yaxshi ventilyasiya bilan ta'minlashdir.

Katod bo'shlig'ida vodorodning xlor bilan aralashma hosil qilishini ogohlantirish uchun anodga nisbatan chuqur vakuumni ushlab turishdir. Eritma **balandligi** anod bo'shlig'ida diafragma balandligidan kam bo'lmasligi kerak.

Xlorni tashish va quritish. Elektrolizyordlarda hosil bo'lgan xlor o'zi bilan ma'lum miqdordagi namlikni olib ketadi. Nam xlorni faqat nometall truboo'tkazuvchilar (keramika, plastmassa) orqali jo'natish mumkin. Iste'mol qiluvchi sexga jo'natish oldidan xlorni quritish qurilmalariga beriladi, bu erda ikki bosqichda sovutiladi va sulfat kislota bilan qayta ishlanadi.

Xlorni sovutish 20-25 °S gacha temperaturada **Rashiga halqalari** to'ldirilgan sovutkichlarda suv orqali amalga oshiriladi. Bunda xlor tarkibida bo'lgan 60% namlik ajratib olinadi. Sulfat kislota bilan quritish keramika yoki po'lat ichida futerovka qilingan skrubberli nasadkali kolonalarda ortib boriladi.

Xlor ketma-ket joylashgan balandligi 6-10m li kolonnalardan o'tayotganda yuqoridan nasadkalardan quyilayotgan konsentrlangan sulfat kislota bilan aralashadi. Quritilgan xlor keyinchalik istemolchilarga gaz yoki siqilgan holatda jo'natiladi. Xlor $3 \cdot 10^6$ - $6 \cdot 10^6$ Pa bosim va 5 – 25 °S temperaturada saqlanadi. Elektrolizda olingan vodorod suv bilan sovutiladi va zarur bo'lgan xuddi xlordek sulfat kislota bilan quritiladi.

MA'RUZA № 6

MAVZU: NATRIY GIPOXLORIDINI ISHLAB CHIQRISH

REJA:

1. Natriy gipoxloridini xossalari va qo'llanilishi
2. Natriy gipoxloridini ishlab chiqarish jarayonlari.
3. Natriy gipoxloridini ishlab chiqarishda qo'llaniladigan elektrodlar

Tayanch atama va iboralar: *elektroliz, elektrolizyor, elektrolit, gipoxlarit, elektrod, platinalashgan grafit, ruteniy oksidli) anodlar, ion, katod, anod.*

Natriy gipoxlarit (yoki gipoxlorit kislota tuzi) **NaClO** kuchli oksidlovchi hisoblanadi. U engil sanoat, qog'oz – selluloza sanoatida oqlovchi modda sifatida juda keng qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda natriy gipoxlorit **NaClO** metallurgiyada rangli metallar, hamda chiqindi suvlarni tozalash va ichimlik suvini xlorlash uchun ham qo'llaniladi.

Natriy gipoxlorit suvda yaxshi eriydi. Uzoq saqlanganda va ayniqsa yorug'lik, nur ta'sirida parchalanadi. Natriy gipoxloritning kuchsiz ishqorli eritmasi 10-15 kun davomida saqlanishi mumkin. Eritma turg'unligini kam miqdordagi organik birikmalar masalan aseton ko'shib oshirish mumkin.

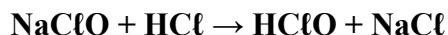
Natriy gipoxloritni - kimyoviy usulda ishqorlarni xlorlash yoki elektrokimyoviy usulda natriy xlorid suvli eritmasini diafragmasiz vannalarda elektroliz qilish orqali olish mumkin. Elektrokimyoviy usul **1882** yilda **A.P. Lidov** va **V.A. Tixomirovlar** tomonidan ishlab chiqilgan. Oxirgi yillarda yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlarni ishlatishga qulayligi tufayli natriy gipoxloritni elektrokimyoviy ishlab chiqarishga qiziqish kuchaydi. Ayrim hollarda natriy gipoxloritni elektrokimyoviy usulda kerakli joyda ishlab chiqarishni tashkil qilish suyuq xlori tashib olib kelishdan foydalidir. Gipoxloridning hosil bo'lishi elektrokimyoviy jarayonini xlor va suv ionlarining bir vaqtning o'zida ajralish jarayoni sifatida qarash mumkin.



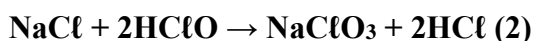
Anodda ajralib chiqqan xlor bilan katodda hosil bo'lgan ishqorning o'zaro ta'sirlashishida ham elektrolizyorda **natriy gipoxlorit** hosil bo'lishi mumkin.



Qo'shimcha jarayonlarni yo'qotish uchun elektrolizga neytral eritmalar kiritib turiladi. Elektrolitda erkin ishqorning ortiqchaligi, **OH-** ionlarning ko'payishi hisobiga erkin kislorod ajralib chiqishini kuchaytiradi, lekin erkin **HCl** ning qatnashishi gipoxlorit kislota hosil bo'lishiga olib keladi.

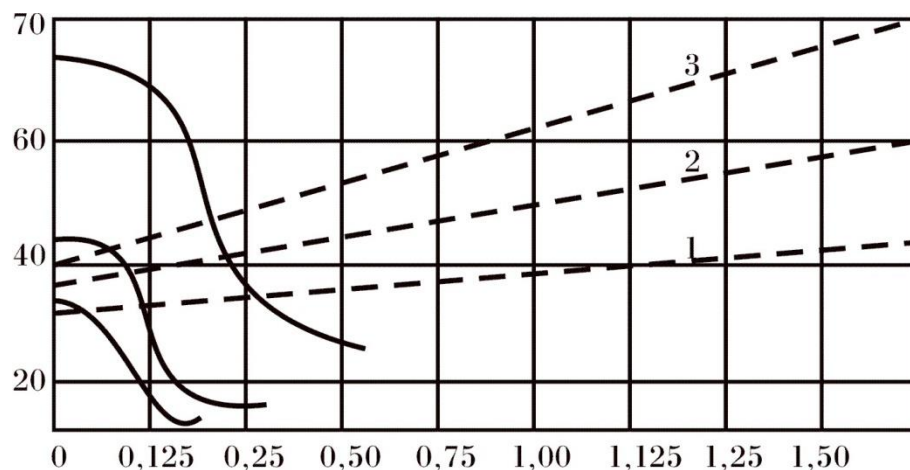


bu holda natriy gipoxlorit xloratgacha oksidlanadi.



Katodda gipoxloratning qaytarilishini to'xtatish uchun eritmaga qo'shimcha kiritiladi. Katodda qobiq hosil qiladi va katod bilan **NaClO** ta'sirlashishini to'xtatadi. Eng yaxshi qo'shimcha sifatida kaliy bixromat hisoblanadi, biroq u rangli eritma hosil qiladi, shuning uchun ko'pchilik hollarda ancha kam effektli qo'shimcha (masalan kalsiy tuzlari) qo'llaniladi.

16 -rasmda har xil temperaturada natriy gipoxloratning chiqish unumiga ishqoriy muhitning ta'siri haqida ma'lumotlar berilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, eritma temperaturasi va ishqorlik oshirilsa, tok bo'yicha gipoxlorit unumi kamayadi. SHuning uchun neytral natriy xlorid eritmasi 20-25 °S temperaturada elektroliz qilinadi.



16 - rasm. Har xil temperaturada tok bo'yicha gipoxloritning unumiga elektrolit ishqorligi ta'siri (anod platina, 4,3 n. NaCl, $i = 570 \text{ A/m}^2$) (to'liq chiziq - turg'un holatdagi kislorodli gipoxloritning miqdori, punktir chiziqlar - turg'un holatda gaz holatdagi kislorodning ajralib chiqishi) 1 - 18°C; 2 - 45°C; 3 - 75°C.

Gipoxlorit olish uchun eng yaxshi anod platinalashgan grafit hisoblansada, sanoatda asosan faqat grafit qo'llaniladi. Oxirgi yillarda anod materiali sifatida platinalangan titan, titan oksidi, qo'rg'oshin IV oksid va magnetit qo'llash fikrlari bor. NaClO eritmasini olish uchun elektrodleri vertikal va gorizontal joylashgan har xil elektrolizyorlar taklif qilingan. Elektrodlerining gorizontal joylashishi yaxshi ko'rsatgichlar beradi va katod anodning ustida joylashishi shart. Katodda ajralgan ishqor katta zichlikka ega, quyi anodda ajralib chiqayotgan xlor ustidan bir xilda tusha boshlaydi va uning gidroliz mahsuloti elektrodler orasida neytral zona hosil qiladi.

Vodorod katoddan yuqoriga ko'tariladi va eritmani aralashtirmaydi. Bunday konstruksiyali elektrolizyorlarda aktiv xlorning 15 g/l konsentrasiyasida gipoxlorit unumi 86% gacha oshadi va aktiv xlorning konsentrasiyasi 25 g/l da 77% ni tashkil qiladi. Natriy gipoxlorit olish uchun xom ashyo sifatida osh tuzining tozalangan eritmasi xizmat qiladi, elektrolizdan keyin gipoxlorit eritmasi qo'yiladi va elektrolizyorlar yana yangi sarflanadigan eritma bilan to'ldiriladi.

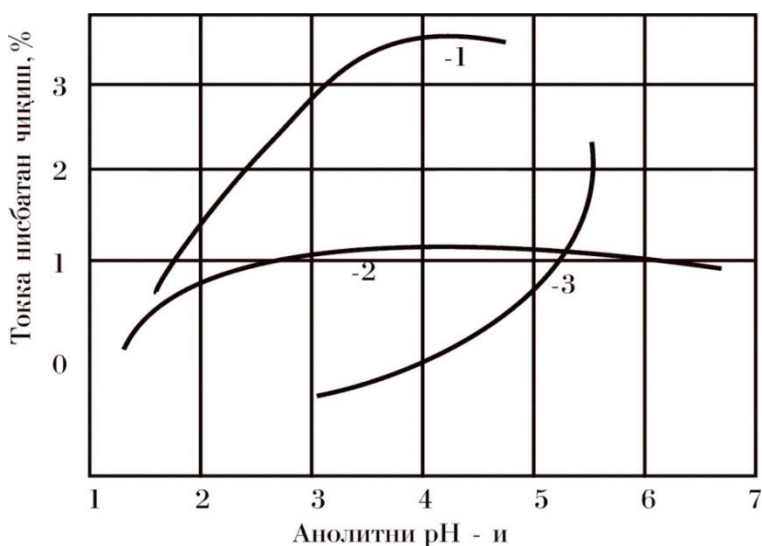
Grafit elektrodler

Uglerodli materiallar (antrasit, koks, toshko'mirli smolalar) oldindan qattiq qizdirilgandan so'ng, o'lchami 0,5-0,1 mm donalarini olish uchun sharli tegirmonda maydalanadi. Olingan kukun 80-105 °S toshko'mir smolasi bilan aralashtiriladi va olingan aralashma presslanadi, bu «yashil elektrod» deb ataladi va kuydirishga jo'natiladi. Kuydirish uch bosqichda olib boriladi, birinchi oldindan qizdirish (3-4 kun) 350 °S gacha temperaturada, ikkinchisi 850 °S da (20-30 soat) ushlab turiladi va oxirida 25-50 soat davomida 1300 - 1450 °S temperaturagacha ko'tariladi.

Keyin elektrodlar sekin 4-6 kun davomida sovitiladi. Undan keyin elektrodlar ikkinchi kuydirishga beriladi. SHu vaqtda ko'mirning kichik kristallari mustahkamlanadi va sun'iy grafit kristall struktura holida aniq ko'rina boshlaydi.

Grafit elektrodlar to'liq monolit massa holida namoyon bo'lmaydi, to'liq uzunligi bo'yicha ichi mayda g'ovakli bo'ladi. Grafitning g'ovakliligi (elektrod sifatida qo'llanilganda) 20-25% ni tashkil qiladi.

Ko'mir va grafit elektrodning elektroliz sharoitidagi sifat kriteriyasi ularning barqarorligi bilan baholanadi. Oddiy holda tekshirilayotgan elektrodlar barqarorligi xuddi o'sha sharoitda olib borilayotgan eng yaxshi namunalar bilan solishtirilib aniqlanadi.



17–rasm. Turli anod materiallarda NaCl eritmasida (300 g/l) tok bo'yicha kislorodni chiqishini rN ga bog'liqligi. 1 –Marganets ikki oksidi. 90 °S, 1 kA/m². 2 –Ruteniy oksidi 80 °S. 10 kA/m². 3 –Platinali titan, 80 °S. 2 kA/m².

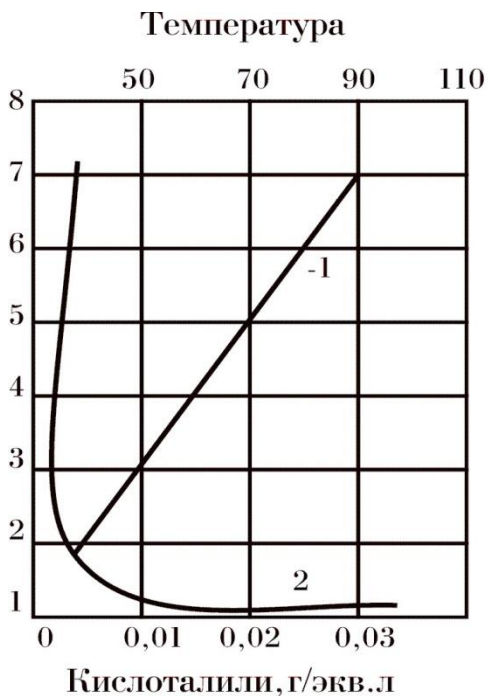
Ayrim ilmiy izlanuvchilar tomonidan aniqlanishicha, elektrodning barqarorligini oshishi, kuydirishni 1200 °S dan yuqorida o'tkazishligini ta'kidlagan. Grafit elektrodlar barqarorligiga, olingan boshlang'ich xom ashyo va shixtaning granulometrik tarkibining fizik-kimyoviy xossalari etarli darajada ta'sir qilinishi o'qitirib o'tilgan.

Grafit elektrodlar buzilishi. Grafit elektrodlar elektroliz jarayonida asta-sekin buzila boshlaydi. Anodning buzilishi grafit yuza qismining asta-sekin buzilishi uning ustida oksidlanish jarayoni natijasida CO₂ va CO hosil bo'lishi bilan bog'liq. Grafitmas ayrim donachalarining qo'yishi natijasida, grafit asosi bilan bog'lanishi yo'qotiladi va bo'yaladi. Mexanik buzilish qismi

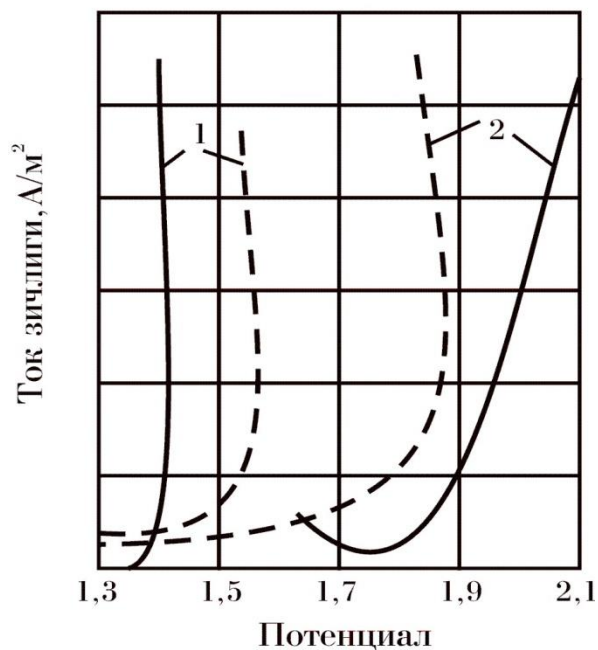
anodning umumiy yo'qotilishi massasi grafit sorti va ayrim boshqa omillarga nisbatan 10% dan 70% gacha tashkil qiladi.

Buzilish tezligi faqat grafit strukturasi bog'liq bo'lmay, elektroliz sharoitiga ham xususan anolit kislotaligiga ham bog'liqdir. Kislotalik 0 dan 0,01 g – ekv/l gacha oshirilsa, buzilish tezligi birdan kamayadi. Anodning barqarorligiga temperatura ta'siri ham katta ahamiyatga ega, temperatura ko'tarilishi buzilishni kuchaytiradi. Bunga sabab temperatura oshishi oksidlanish reaksiya tezligini oshiradi. Bundan tashqari O_2 o'ta kuchlanishi tezda tushadi, lekin xlor o'ta kuchlanishi va tok qismi O_2 ajralib chiqishda sarflanishi oshadi.

Grafitning buzilishiga anodning qutblanishi va tok zichligi (1,8-1,9V yaqin) bo'lganda grafit buzilishi tezlashadi. Anod buzilish tezligini juda kichik tok zichligi ham oshiradi. Buning sababini grafitda Cl_2 va O_2 qutblanish egri chizig'i bilan tushuntirish mumkin. Kichik tok zichligida Cl^- va OH^- ionlarning ajralish potentsiali bir-biriga juda yaqin va hamda kislorod ajralib chiqishda tok kuchining sarflanishi ancha oshadi.



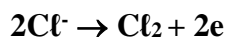
18 – rasm. Grafit anod buzilishi tezligiga kislotalilik, g/ekv.l kislota (2) va temperatura (1)ning ta'siri



18^a – rasm. 50^oda NaCl 23% li eritmasida Cl_2 (1) va O_2 (2) ning ajralish potentsiali (aniq chiziq - platina elektrodi, punktir chiziq - garfit)

Grafit buzilish tezligiga grafitning g'ovaklari juda kuchli ta'sir qiladi. Bunga sabab tok zichligi yuqori bo'lganda, anodning chekka qismlarini buzilishi va boshqa sabablar oksidlanish jarayoni

chuqur ichki qismlarda borishidir. Anod chuqurligi bo'yicha potensialning tarqalishi shuni ko'rsatadiki, potensial tezda tushib ketadi va 2 mm chuqurlikda shunchalik tushadi, bu sistema uchun muvozanat qiymatga yaqinlashadi.



Ko'rinib turgandek, g'ovak tubida Cl^- ionlarining razryadlanishi mumkin bo'lmay qoladi va faqat kislorod ajralib chiqq boshlaydi. Kislorod grafitni g'ovakda oksidlaydi, shuning uchun g'ovak kengayadi, hamda ayrim **grafit** zarrachalarining **ranglanishiga** olib keladi.

Sanoatda yaqin bo'lgan sharoitda, anodning chuqur oksidlanishi 2-10% tashkil qiladi. Grafit intensiv buzilishi nisbatan yirik g'ovaklarda faqat tez o'tadi, kichik chuqurliklarda ayrim elektrolit sirkulyasiyasi bo'lishi mumkin.

Grafitli anodlar g'ovakligi salbiy ta'sirini yo'q qilish uchun moylar shimdiriladi. Eng ko'p tarqalgan anod shimdiriluvchilar sifatida uglerod to'rt xloridda eritilgan zig'ir yoki tunga moylari olingan. SHimdirishning ahamiyati ko'rinishidan g'ovakni to'ldirish emas, yuza qismini ho'llanmasligini kamaytirishdir, natijada g'ovakda elektrolit sirkulyasiyasiga xalaqit beradi. SHuning uchun moy shimdirilgan elektrodda grafit chuqurliklarida potensialning tushishi tezda oshadi va g'ovaklarda o'tkaziladigan jarayonlarda tok sarflanishi birdan kamayadi.

Quyida keltirilgan raqamlar yutilishining grafitli anod emirilishiga ta'siri yaxshi solishtirilgan.

Tok bo'yicha, umumi%

Cl₂	97,6	97,2
CO₂	2,4	1,8
Anod emirilishi, mg/(A.soat)		
Mexanik	1,13	0,63
Umumiy	2,7	2,0

Anodning emirilishi elektrodlar orasida masofani buzishga olib keladi, xuddi shunday elektr energiya sarfi hamda shlam hosil bo'lishi diafragmani ishlashini susaytiradi. To'g'ri texnologik rejim saqlanilganda xlor olish uchun grafit sarflanishi 2 – 8 kg/t ni tashkil qiladi. 800 – 1000 A/m³ tok zichligida grafitli anodlar ishlash vaqti bir yilgacha davom etadi. Grafit materiallar yuqori solishtirma qarshilikka ega hisoblaniladi, shuning uchun uning balandligi bo'yicha tok bir xil tarqalmaydi. Bu elektrodlar balandligini tanlashda e'tiborga olish zarurligini, xuddi shunday hozirgi vaqtda asosan vertikal joylashgan elektrodli elektrolizyorlar qo'llanilmokda.

Ikki ko'rinishda tok uzatiladi – yuqori va pastki - yuqoridan tok uzatishda elektrodga yuqori qopqoqdan tok ulanib beriladi. YUqoridan uzatishda elektrodga yuqori qopqoqdan qo'yi qismi -

elektrolizyori pastki tub qismidan tok ulanib beriladi. YUqori qismidan tok berilishi pastki qismiga nisbatan tok zichligi har holda teng tarqaladi, xuddi shunday anod qarshiligining o'zgarishi elektrod balandligi bo'yicha gaz to'ldirilishi bilan kompensasiyalanadi. Quyi tok uzatilishda tok zichligi o'rtacha 700 A/m^2 tashkil qiladi va 1 m balandlik bo'yicha tok zichligi 500 dan 100 A/m^2 gacha yuqori tok o'tkazishda – esa 600 dan 800 A/m^2 gacha o'zgaradi. Bunday tok zichligining tezda o'zgarishi elektrolizyori balandligi, 100-1200 mm gacha chegaralaydi. Bugungi kunda ikki tomonlama tok pastki va yuqori qismidan uzatilib ishlovchi elektrolizyori unchalik qulay emas va sanoatda keng tarqalmagan.

Platina. YUqori korroziyaga barqarorli, xlor o'ta kuchlanishning pastligi, anod materiallariga qo'yilgan talablarni ko'pchilik hollarda qoniqtiradi. Uning keng qo'llanilishi tannarxi yuqori ekanligi bilan chegaralangan. Platina va uning niobiy, tantal, titan, iridiyli qotishmalaridan tayyorlangan elektrodlar yaxshi natijalar beradi, lekin platina kamyoqligi tufayli xlor sanoatida qo'llanilmaydi, olinadigan xlorning qiymati ko'tarilib ketadi.

Ruteniy – oksidli anodlar. Oxirgi yillarda titanni unchalik qimmatbaho hisoblanmagan metallar va ular oksidlari bilan qoplash taklif qilindi. Bulardan eng muvaffaqiyatlisi, ruteniy oksidini titan oksidi bilan aralashtirib tayyorlashdir. Bu aralashma qattiq eritma hosil qiladi va nisbatan yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega.

Oksidlarning aktiv massasini oldindan zaharlab tayyorlangan titan (list) pastiga titan va ruteniy tuzlarini qoplash hisobiga olinadi.

Pasta qoplamasi oldindan quritiladi va keyin $350 - 400 \text{ }^{\circ}\text{S}$ temperaturada termik qayta ishlanadi. Pasta 5-10 marta qoplanadi, shunday usul bilan olingan qatlam bir necha mikron qalinlikka ega. Titan ruteniy (ruteniy oksidli) anodlar bilan ishlash jarayoni ko'rsatadiki $0,5-1,0 \text{ mkm}$ qalinlikda 2000 A/m^3 tok zichligida 2-3 yil davomida ishlash mumkin. Aktiv qatlam emirilganda bu elektrodlar engilgina regenerasiya qilinib, yangitdan qayta ishlanib foydalanish mumkin.

Ruteniy - oksidli elektrodning qulayligi ularning buzilmasligi hisoblanadi. Bu ishtirokida xlor olinganda tarkibida uglerod oksidlari bo'lmasligi, shlam yig'ilmasligi, diafragmalarning to'lmasligi yoki simob katodlarining ifloslanishiga olib kelmaydi.

Elektrodlar orasidagi masofani turg'unligi simob katodli elektrodlar xizmat qilishni engillashtiradi va elektr energiya sarfini kamaytiradi.

**Mavzu: XLORAT VA PERXLORATLARNI OLISH. XLORAT VA
PERXLORATLARNI OLISH ELEKTROLIZERLARI**

REJA:

1. Xlorat va perxloratlarni olish.
2. Xlorat va perxloratlarning xossalari.
3. Xlorat va perxloratlarni qullanilishi va olish usullari.
4. Xlorat va perxloratlarni olish elektrolizerlari.
5. Xlorat va perxloratlarni ishlab chiqarish texnologik tizimlari

Tayanch atama va iboralar: *xloratlar, kuchli oksidlovchilar, elektrolit, ionlar, anodli faza, filtr, kristallizator, sentrifuga, elektroliz, Kaskadli elektrolizyorda, elektr toki, kuchlanish, potensial.*

Xloratlar ishlab chiqarish

Xlorat kislota (HClO_3) tuzlari – xloratlar kuchli oksidlovchilar hisoblanadi. Xloratlardan bertole tuzi (KClO_3) va natriy xlorat (NaClO_3) katta ahamiyatga ega, bu tuzlar gugurt va bo'yovchi moddalar ishlab chiqarishda, tibbiyot va pirotexnikada, gerbisidlar va portlovchi moddalar ishlab chiqarishda qo'llaniladi. NaClO_3 ning asosiy iste'molchi engil-sanoat va sellyuloza kog'oz ishlab chiqarish sanoati hisoblanadi, bu erda tuz effektiv oqlovchi modda xlor oksidi ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Natriy xlorat, perxloratlar defoliantlar ishlab chiqarishda xom ashyo mahsuloti sifatida xizmat qiladi. Kaliy va natriy xloratlari sanoatda 1886 yilda Gallem va Montlar tomonidan ishlab chiqilgan elektrokimyoviy usulda olinmoqda. Birinchi bo'lib 1808 yilda Berselius ishlarida elektroliz eritmalarida xloratlar hosil bo'lishi ko'rsatib o'tilgan. Xloratlarni olish uchun diafragmasiz elektrolizyorda natriy xlorid eritmasi elektrolizga uchratiladi.

Elektrodlardagi reaksiyalar. Xloratlar hosil bo'lishi ikki bir-biriga bog'liq bo'lmagan jarayon natijasida o'tkaziladi. Gipoxlorat ionlari (I) reaksiya bo'yicha hosil bo'ladi va bosqichma - bosqich anodda xloratgacha oksidlanadi.



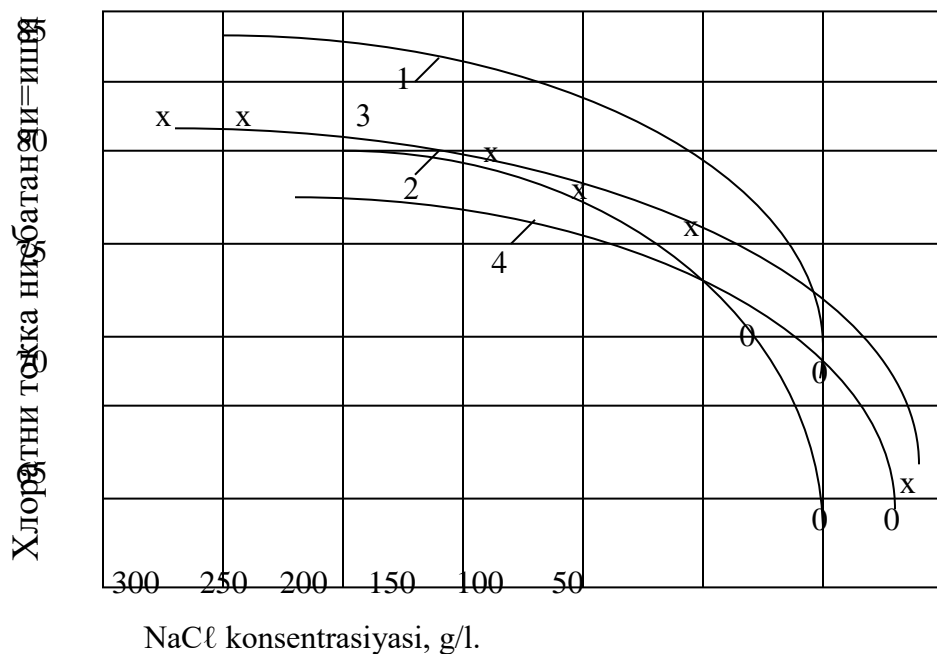
Anoddagi jarayon yig'indisi



Xloratning hosil bo'lishi gipoxlorit natriyning gipoxlorit kislota (2) reaksiya bo'yicha kimyoviy oksidlanishi natijasida ham hosil bo'lishi mumkin. (2) va (3) reaksiyalar tezliklari orasidagi nisbat, sezilarli darajada elektroliz sharoitiga bog'liq.

Xlorat olish uchun oddiy holda natriy xloridning konsentrlangan eritmasi ishlatiladi, xuddi shunday xlorid konsentrasiyasining kamayishi xlorat unumini kamaytiradi. Grafitli anod bilan ishlaganda xlorid konsentrasiyasini 100 g/l dan kam bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi, xuddi shunday bu konsentrasiyaga erishilganda, mahsulot unumi kamayishi kuzatiladi.

90

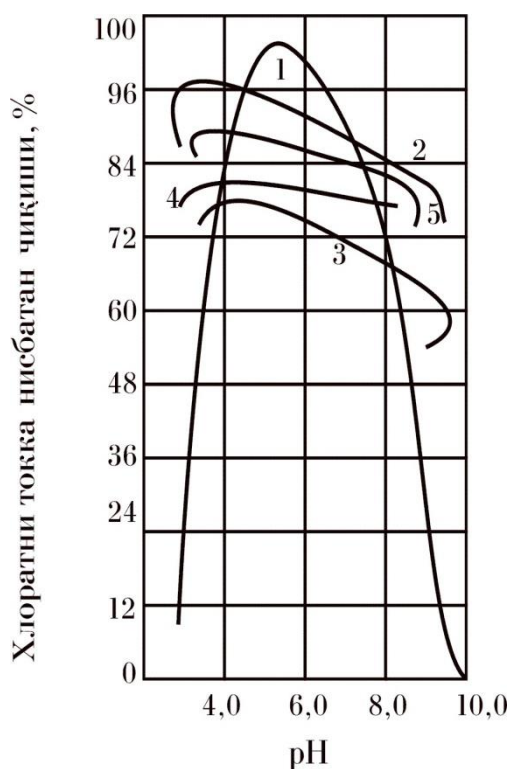


20 - rasm. NaClO_3 unumining har xil temperatura va har xil anodli materiallarda tok bo'yicha NaCl konsentrasiyasiga bog'liqligi.

1,2 – 600 A/m² tok zichligida grafitli anodlar, 26,2 va 65,8 °S (M Djeyles qiymatlari). 3-4- 100 °S da marginets (IV) –oksidli anodda 2000 va 4000 A/m² tok zichligida (V.A. SHlyapnikova qiymatlari).

Xloratlar hosil bo'lish jarayonida eng muhim omil pH–muhit hisoblanadi. pH optimal qiymati 6,0-6,7 oralig'ida yotadi. pH ning bu qiymati hamda xloratlar hosil bo'lishi kimyoviy reaksiyasini o'tkazish uchun ham ko'proq qulaydir (1-egri chiziq). Biroq pH>10 bo'lgan sharoitda xloratning kimyoviy hosil bo'lish reaksiyasi bormaydi, tok bo'yicha unum 65-75% ga etadi, **pH ning** optimal qiymati xlorat olishni (3) reaksiya bo'yicha o'tkazishni foydali ekanligini ko'rsatadi. Anodda tok

zichligining oshirilishi, tok bo'yicha xlorat unumini oshiradi, lekin tok zichligi hajmi bo'yicha oshirilsa – teskarisi – unum kamayadi.



21 – rasm. Xlorat unumiga pHning ta'siri.

1–40⁰S da modeli xloratorda xlor bo'yicha unumi.

2- Ri-Ti anodda $i_a = 4000 \text{ A/m}^2$, $i_{hajm} = 40 \text{ A/l}$ va 100⁰S da NaClO₃ ning tok bo'yicha unumi.

Xuddi shunda MnO₂ anodda.

$i_{aq} = 2000 \text{ A/m}^2$, $i_{hajm} = 20 \text{ A/l}$, 100⁰S da.

Xuddi shunda grafitli anodda

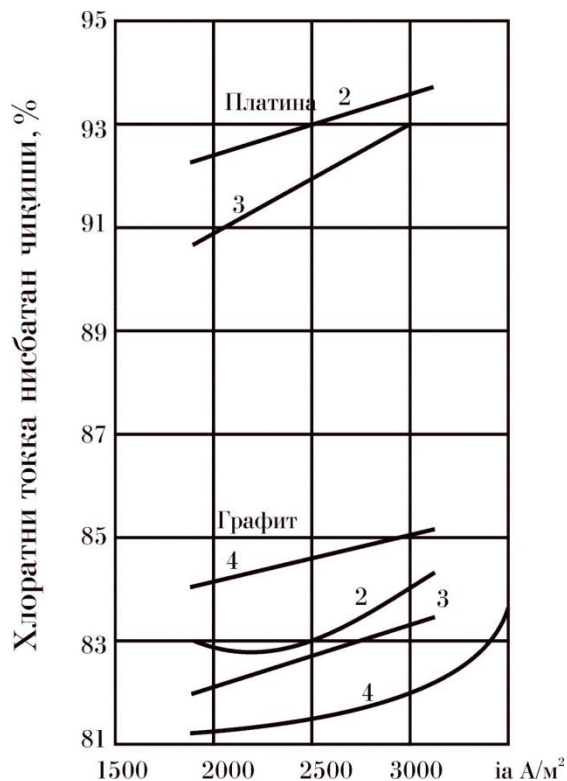
$i_{aq} = 1000 \text{ A/m}^2$,

$i_{hajm} = 10 \text{ A/l}$, 40⁰S da.

Xuddi shunday RvO₂ anodda.

$i_{aq} = 1000 \text{ A/m}^2$, $i_{hajm} = 10 \text{ A/l}$, 40⁰S (V.A.

SHlyapnikov qiymatlari).



22 – rasm. NaClO₃ tok bo'yicha chiqish unumining grafit va platina anodlarida anodli tok zichligiga bog'liqligi.

1) $i_{hajm} = 20 \text{ A/l}$ da;

2) $i_{hajm} = 30 \text{ A/l}$ da.

3) $i_{hajm} = 40 \text{ A/l}$;

4) $i_{hajm} = 50 \text{ A/l}$

Xlorat hosil bo'lish jarayoniga temperatura katta ta'sir qiladi. Temperatura oshishi bilan anod materialiga bog'liq bo'lmagan holda tok bo'yicha xlorat unumi kamayadi. SHuning uchun eritma

intensiv aralashtirilganda tok bo'yicha xlorat unumi oshadi. Bu holda elektrolizyori natriy gipoxlorit uchun generator sifatida xizmat qiladi.

Katodda qaytarilish jarayonlarini to'xtatish uchun, gipoxlorit olingandek, elektrolit eritmaga qo'shimcha qo'shiladi. Ko'pchilik hollarda natriy bixromatdan foydalaniladi. 2-10 g/m bixromatning qo'shilishi, po'lat katodda 1-3% gacha qaytarilishdan yo'qotishni kamaytiradi.

Xlorat olish uchun eng yaxshi anod uchun material silliqqlangan platina hisoblanadi, lekin qimmat bo'lganligi uchun sanoatda qo'llanilmaydi. Bugungi kunda anod sifatida grafit qo'llaniladi, elektroliz sharoitiga qarab, mahsulot unumi 30 dan 80% gacha tashkil etadi, grafitni 45⁰S temperaturagacha qo'llash mumkin, yuqori temperaturada u intensiv holatda buziladi.

Oxirgi yillarda anod uchun platalangan titan va **PbO₂** dan foydalanilmoqda. **MnO₂** va **ruteniy (IV) oksidli** anodlar ham yaxshi hisoblanadi. Metall – oksidli anodlarda elektroliz jarayonini yuqori temperatura olib borishga ham imkon yaratadi.

Texnologik sxema. Elektroliz jarayoni davriy va uzluksiz bo'lishi mumkin. Davriy ishlanganda elektrolizyori tarkibi 310 g/l li eritma bilan to'ldiriladi, tokga ulanadi va elektroliz xlorid miqdori qoldig'i 100-150 g/l ga etgunga qadar davom ettiriladi.

Uzluksiz ishlaganda kaskad bo'yicha 4-7 dona elektrolizyori o'rnatilib, elektrolit bir elektrolizdan keyingisiga ketma-ket oqib o'tishi mumkin. Uzluksiz jarayon istiqbolli hisoblanib, uni avtomatlash oson. Xloratlar ishlab chiqarish texnologik sxemasi xlorid – xloratdan qattiq modda ajratib olish usuliga bog'liq holda farq qiladi. Bug'lantirish yoki muzlatish, **birinchi holda** eritmalar, tarkibida **150 g/l NaCl va 350 g/l NaClO₃**ni konsentrlangan (900-100 g/l) eritma olgunga qadar bug'lantiriladi. Sovutilganda bu eritmalar qattiq **NaClO₃** kristallanadi.

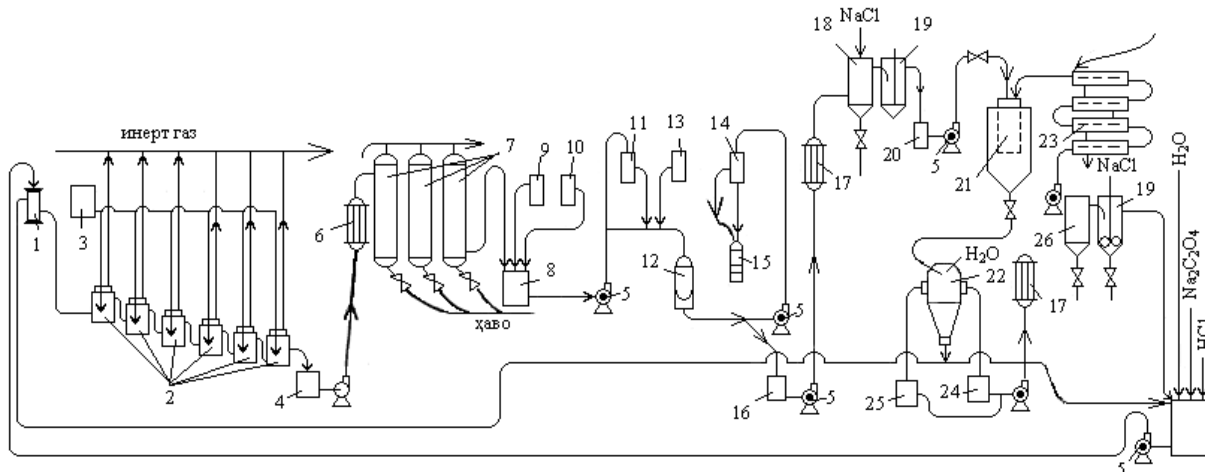
Ikkinchi holda elektrolitik ishqor tarkibi 100 g/l **NaCl** va 500-550 g/l **NaClO₃** –2 , –10 ⁰S da sovutiladi va qattiq xlorat ajralib chiqadi. Bu eritmadan 30-40% **NaClO₃** cho'kmaga tushadi. Ikki holda ham eritmalar natriy xlorid bilan to'yintiriladi va elektrolizga jo'natiladi.

23-rasmda natriy xloratning qattiq mahsuloti muzlatish yo'li bilan ajralib olishning texnologik ishlab chiqarish sxemasi berilgan. Xlorat olish jarayonining bu usuli quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: 1) sarflanadigan eritmani tayyorlash. 2) elektroliz. 3) elektroliz gazlarini tozalash. 4) elektrolitik ishqorni aktiv xlordan zararsizlantirish. 5) grafit shlamini ajratish. 6) eritmani osh tuzi bilan to'yintirish. 7) kristallash. 8) tayyor mahsulotni eritmadan ajratish va uni yuvish.

Tarkibi 190 – 200 g/l **NaCl**, 320-340 g/l **NaClO₃** va 4-8 g/l **Na₂CrO₄**, **pH= 5,0-5,5** bo'lgan tayyorlangan eritma bak-yig'uvchidan markazdan qochma nasos orqali bakga beriladi, u erdan rotometr yordamida kaskadli birinchi elektrolizyoriga beriladi. Xlorat bilan to'yintirilgan elektrolitik

ishqor o'z oqimi bo'yicha barcha kaskadli elektrolizyordan o'tadi. Gaz fazada xlor desorbsiyalanadi, eritma ish jarayonida ishqorlanadi. pH= **6,0-6,7** optimal qiymatini ushlab uchun har bir elektrolizyorga 10% -li HCl eritmasi uzluksiz berib turiladi. Tarkibi 100-110 g/l NaCl va 500-520 g/l NaClO₃ li eritma oxirgi elektrolizdan chiqqandan keyin yig'uvchi idishda yig'iladi va qizdiruvchi orqali aktiv xlor va grafit shlamdan ajratishga jo'natiladi. Tozalangan eritma osh tuzi bilan saturatorda to'yintiriladi va natriy xloratni kristallash uchun jo'natiladi.

Xloratni kristallash davriy ravishda ishlovchi apparatlar yoki uzluksiz harakatlanuvchi qurilmalar orqali amalga oshirish mumkin. Xlorat kristallari sentrafugada eritmada ajratiladi. NaClO₃ kristallari NaCl va Na₂CrO₄ aralashmalarini yo'qotish uchun suv bilan yuviladi. Tayyor mahsulot sentrafugadan tushiriladi va tayyor idishlarga joylanadi. Qolgan qoldiq eritmalar yuvishda ishlatilgan suv bakda yig'iladi va osh tuzi bilan to'yintirilgandan keyin elektrolizga jo'natiladi.



23 -rasm. Bug'lantirmasdan natriy xlorat ishlab chiqarishning texnologik sxemasi.

1 –Sarflanadigan eritma saqlanadigan naporli bak; 2 -Kaskadli elektrolizyordar; 3 –Xlorid kislota uchun naporli bak; 4 –Elektrolitik ishqor qabul qiluvchi; 5 –Markazdan qochma nasos; 6 –Elektrolitik ishqor qizdiruvchi; 7 –Zararsizlantirish kolonnalari; 8 –Neytrallash va zararsizlantirish uchun idish; 9 –natriy formiat o'lhagich; 10 -NaON o'lhagich; 11 –Filtrlash uchun naporli bak; 12 –patronli filtrlar; 13 –Suv bilan yuvuvchi naporli bak; 14 –filtrlovchi naporli bak; 15 –druk-filtr; 16 –tozalangan ishqor yig'uvchi; 17 -To'yintiruvchi; 18 -Tindiruvchi; 19 –Oraliq idishlar; 20 –Kristallizator klassifikatsiyasi; 21 -Sentrifuga; 22 -Muzlatgich; 23 –qoldiq eritma yig'uvchi; 24 –YUvilgan suvni yig'gich; 25 –qoldiq eritmani to'yintiruvchi; 26 –Sarflanadigan eritmani tayyorlash uchun idish.

Elektrolizda ajralib chiqqan gazlar tarkibida 90–93% gacha H₂ hamda O₂, CO₂ va Cl₂ gazlar aralashmalari bo'ladi. Elektrolizyordar ustida joylashgan gaz kollektorlarda gazlar yig'iladi va ishqorda yuvuvchi tozalash kolonnalariga jo'natiladi. Xlordan tozalangan gazlar ishqor tumani ushlab qolingandan keyin kontakt apparatga beriladi undan kislorod tozalanib keyin is'temolchilarga beriladi. Agar vodoroddan foydalanilmasa, gazlar xlordan, ishqordan tozalanadi va atmosferaga

chiqarib yuboriladi. Kaliy xlorat ham kaliy xlorid eritmasidan elektroliz qilib olinadi, ammo bu jarayon olib borish ancha qiyinchiliklarga olib keladi, chunki $KClO_3$ ning eruvchanligi past. SHuning uchun kaliy xlorat natriy xloratning kaliy xlorid orasidagi almashinish reaksiyasi orqali olinadi.

Natriy xlorat yuqoridagi sxema bo'yicha olinadi. Elektrolizdan keyin eritma xlorosizlanadi va kaliy xlorit eritmasi qizdiriladi. 35–40 °S gacha sovitilganda sentrifukasiya kristallar ko'rinishida cho'kadi va eritmadan ajratib olinadi. Elektrolit temperaturasi 40 °S tok bo'yicha unumi 85% yaqin 500 A/m² tok zichligida elektr energiya sarfi $KClO_3$ uchun 6000 kVt soat/t ga yaqin. Vannadagi o'rtacha kuchlanish 3,6 V ga teng.

MA'RUZA № 9

MAVZU: VODOROD PEROKSIDINI ISHLAB CHIQRISH. VODOROD PEROKSIDINI OLIISH USULLARI.

REJA:

1. Vodorod peroksidini xossalari va qo'llanilishi.
2. Vodorod peroksidini ishlab chiqarish
3. Vodorod peroksidini olish usullari.
4. Konsentrlangan vodorod peroksidini olish.
5. Xossalri va qullanilish soxalari
6. Vodorod peroksidini olishni texnologik tizimlari

Tayanch atama va iboralar: *oksidlovchi, elektrokimyoviy usul, elektrolit, dissosialanish, ionlar, elektroliz, diafragma, elektrod, persulfat kislota, katod, anod, **Rashiga** halqalari, elektr toki, kuchlanish, potensial.*

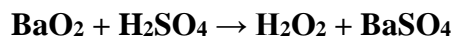
Vodorod peroksid ishlab chiqarish

Vodorod peroksid kuchli oksidlovchi hisoblanadi. U bir asosli va ikki asosli kislotalardek H^+ va OOH^- yoki H^+ va O_2^- ionlariga dissosialanadi. Vodorod peroksidning oksidlovchilik xossalari undan osonlik bilan bitta kislorod atomining ajralib chiqishi bilan bog'liq.

Vodorod peroksid texnikada, tibbiyot, kosmetika, sanitariya va gigienada keng qo'llaniladi. Oziq-ovqat sanoatida u oziq-ovqat mahsulotlarini konservlashda, engil-sanoatda jun va ipak mato va tolalarni oqartirishda ishlatiladi. Vodorod peroksid yordamida jun, teri, fil suyaklarini oqlashda ham foydalaniladi. Kimyo sanoatida vodorod peroksid bo'yoqlar olishda, tibbiyotda dezinfeksiyalovchi

modda sifatida ishlatiladi. YUqori konsentrlangan vodorod peroksid raketa texnikasida, suyuq raketa yoqilg'ilarini oksidlovchisi sifatida foydalaniladi.

Vodorod peroksid birinchi marta **1818 yilda Tenar bariy** peroksidga sulfat kislota ta'sir ettirib olgan:

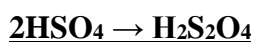
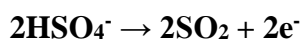


Bu usul elektrokimyoviy olinish usuli ochilguncha birdan-bir usul hisoblangan. Bugungi kunda vodorod peroksidni elektrokimyoviy usulda olish sanoatda keng qo'llanilmoqda va kimyoviy usuli organik birikmalar peroksidlarning etilen antraxinon, n –azotoluol va boshqalarning parchalanishiga asoslangan.

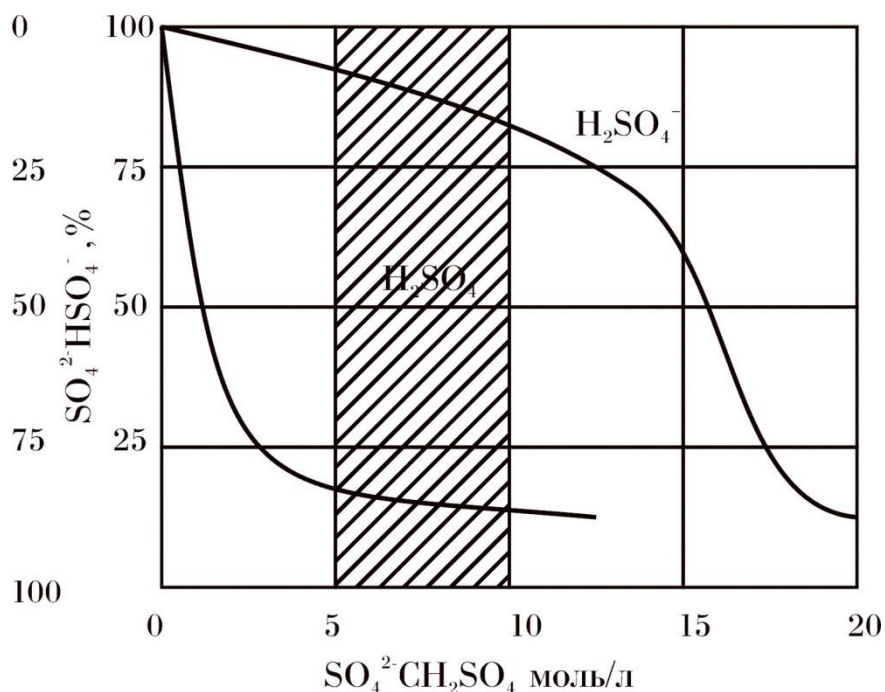
Vodorod peroksidning elektrokimyoviy olinish usuli platina anodida sulfat kislotani persulfat kislotagacha oksidlashga asoslangan va undan keyin gidrolizlab, hosil bo'lgan vodorod peroksid xaydab olingan. Elektrokimyoviy usul **1872 yilda Bertelo** tomonidan birinchi marta tekshirib qurilgan va **1905 yilda Geyxner** tomonidan sanoatda qo'llash ishlab chiqilgan.

Elektrodlardagi reaksiyalar. Persulfat kislota ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$) yuqorida aytib o'tilgandek konsentrlangan sulfat kislotani anodda oksidlanishidan hosil bo'ladi. Oksidlanish jarayonini past temperatura va anodda yuqori tok zichligida olib boriladi.

Persulfat kislota hosil qilishning bir necha elektrokimyoviy sxemalari taklif qilingan. Bulardan eng ko'proq HSO_4^- ionlar ajralishi va ularning dimerlanishi hisoblanadi.



24-rasmda keltirilgan qiymatlar H_2SO_4 va SO_4^{2-} miqdorini sulfat kislota konsentrasiyasiga bog'liqligini harakterlaydi. Bu berilgan qiymatlardan ko'rinib turibdiki, suyultirilgan sulfat kislota H_2SO_4 eritmasi dissosialanishidan asosan SO_4^{2-} ionlari hosil bo'ladi. H_2SO_4 konsentrasiyasining oshishi muvozanatni tezda HSO_4^{2-} ionlari hosil bo'lishi tomonga siljitadi, faqat yuqori konsentrlangan H_2SO_4 da SO_4^{2-} ionlari konsentrasiyasi juda kam bo'ladi. Xuddi shunday sulfat kislota elektrolizida persulfat kislota hosil bo'lishi vaqtida HSO_4^- ionlari qatnashadi.



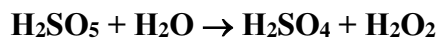
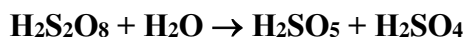
24 –rasm. Har xil konsentrasiyali sulfat kislota da N_2SO_4 , NSO_4^- va SO_4^{2-} ionlarining nisbiy tarkibi.

(shtrixlangan sohada $N_2S_2O_8$ olish uchun N_2SO_4 konsentrasiyasi ko'proq yaxshi sharoit hisoblanadi).

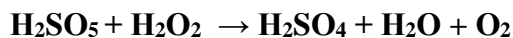
Katodda vodorod ajralib chiqishi natijasida, elektroliz jarayonini umumiy ko'rinishda quyidagicha yonish mumkin.



$H_2S_2O_4$ kislota suv ta'siri va sulfat kislota ta'siri ostida gidrolizlanib monopersulfat, sulfat kislota va vodorod peroksid hosil qiladi.



Eritmada yig'ilgan monopersulfat kislota va vodorod peroksid bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadi.



yoki anodda quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanishga uchraydi.



Bu qo'shimcha reaksiyalar persulfat kislota ni tok bo'yicha unumini kamaytiradi. Quyidagi jadval VI - 1 elektrolizning vaqt davomida $H_2S_2O_8$ ning tok bo'yicha unumiga H_2SO_5 miqdorining ta'siri ko'rsatilgan.

Ko'rsatkichlar	Davom etishi, soat				
	1	3	4	6	7
Miqdori, g/l					
H ₂ SO ₅	0,4	2,7	4,4	7,45	10,5
H ₂ S ₂ O ₈	3,52	8,72	9,4	13,52	10,93
Tok bo'yicha unumi %	68,8	50,2	36,5	17,5	0,7

Ko'rinib turibdiki, persulfat kislotani tok bo'yicha yaxshi unum bilan olish uchun, monosulfat kislotaga konsentrasiyasini qancha past olinsa shuncha H₂S₂O₄ unumi yaxshi bo'ladi. Bunga erishish uchun elektrolarlarda tok zichligini oshirish kerak. Bu vaqtda temperatura oshadi, natijada jarayonga zarar etkazadi. SHuning uchun tok zichligini hajm bo'yicha oshishi kerak. U holda H₂S₂O₈ konsentrasiyasi sezilarli miqdorda oshadi va monopersulfat kislotaga hosil bo'lish vaqti qisqaradi. Elektrolitda ammoniyli, kaliyli, alyuminiyli va boshqa sulfat kislotaga tuzlari qatnashganda, H₂S₂O₈ persulfat kislotaga tok miqdori bo'yicha unumi sezilarli darajaga oshadi.

Anod sifatida platina xizmat qiladi va yuqori o'ta kuchlanishda kislorod ajralib chiqadi, bu hol H₂S₂O₈ persulfat kislotani yaxshi unum bilan olish uchun asosiy sharoit ham yaratadi.

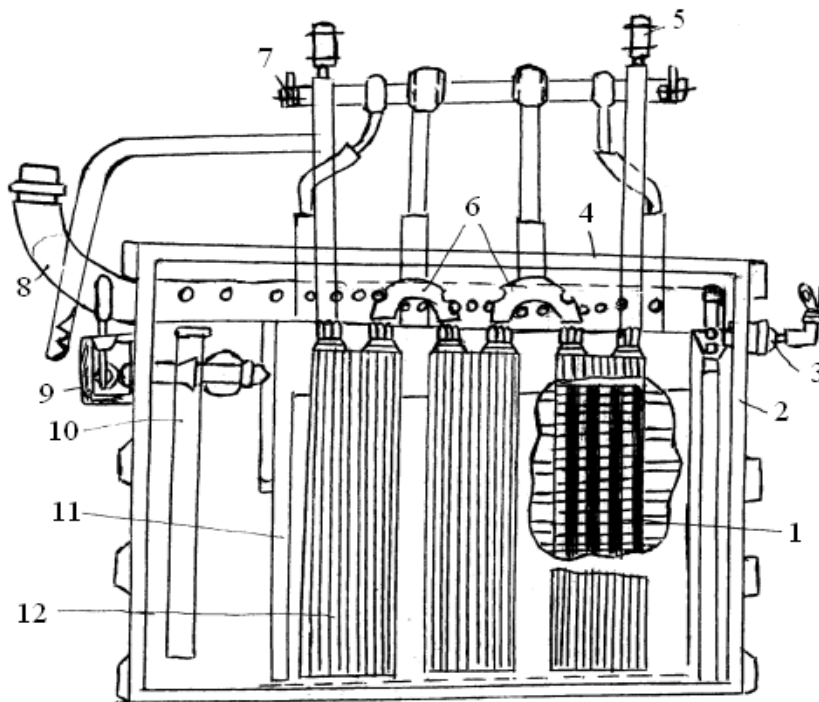
Kislorod o'ta kuchlanishini oshirish uchun eritmaga ishqoriy metallarning 0,3-1,0 g/l gacha miqdorda xloridlari, ftoridlari, sianidlari yoki rodanidlari qo'shiladi. Bu qo'shimchalar tok bo'yicha unumni 8-10% gacha oshiradi. Ko'pchilik hollarda rodanidlar qo'llaniladi.

Ammoniy persulfat (NH₄)₂S₂O₈ olish uchun ammoniy bisulfatning konsentrlangan eritmasi qo'llaniladi. Elektroliz vaqtida ammoniy bisulfat eritmasi kam kislotali xossaga ega, persulfat kislotaga olishga nisbatan, u holda qo'shimcha jarayonlar -(NH₄)₂ S₂O₈ ajralishi, monopersulfat kislotaga hosil bo'lishi va keyingi ularning bir - biriga aylanishi kam darajada bo'ladi. SHuning uchun (NH₄)₂ S₂O₄ - ammoniy persulfat olishni juda yuqori temperatura va kichik hajmiy tok zichligida amalga oshirish mumkin.

Persulfat kislotaga tuzlarining hosil bo'lish mexanizmi persulfat kislotaga olinish mexanizmidan farq qilmaydi.

Elektrolizyorlar. 1930 yilda persulfat ammoniydan H₂O₂ olish ishlab chiqarilgan. 25-rasmda S.A. Adjemyan va uning shogirdlari tomonidan persulfat kislotaga olish uchun anodi platinali setkadan yasalgan elektrolizyor ishlab chiqilgan. Katod orasi teshikli grafitli plita bo'lib, uni sovutish uchun sirkulyasiya qilinib turiladi. Anod bo'shlig'i katoddan silikatli kichik g'ovakli viniplastli diafragma bilan ajratilgan. Bu turdagi elektrolizyorlar bir necha kiloamperda ishlashga mo'ljallangan. SHunday 1000 A li elektrolizyor ikki anod va uch katoddan tashkil topgan. Anodda tok zichligi 500-6000

A/m², katodda – 500–600 A/m², hajmi –150-200 A/l tashkil qiladi. Elektrolizyor kuchlanishi 4,2 V tok bo'yicha o'rtacha unum 80%. 100% li vodorod peroksidga o'rtacha platina sarfi 6 g/tonna.



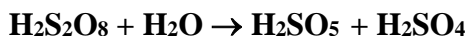
25 –rasm. Persulfat kislotadan vodorod peroksid olish uchun elektrolizyori.

1 –platina to'rli anod; 2 -korpus; 3 –anolit kiritish uchun truba yo'l; 4 -qopqoq; 5 -anodli shina; 6 -qo'rg'oshinli trubalar; 7 –katodli shina; 8 -gazlarni tortish uchun kollektor; 9 -anolitni chiqarish yo'li; 10 -katolitni qo'yish uchun teshik truba; 11 -diafragmalı anodli korobka; 12 - grafitli katod.

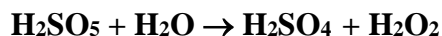
Persulfat ammoniy olish uchun elektrolizyor ikkita bir xil qismdan tashkil topgan, orasi to'siq bilan ajratilgan. Elektrolizyor har bir qismi ikkita anod va uchta katod bo'shlig'idan to'rtta forforli diafragma bilan ajratilgan. Persulfat kislota olishda elektrolizyorlar 10 tadan kaskadga o'rnatiladi. Eritma sirkulyasiyasi boshida barcha katod bo'limini, keyin esa barcha anodda amalga oshiriladi. Elektroliz 20-25 °S temperaturada olib boriladi.

Persulfat kislota gidrolizi va vodorod peroksidni haydash

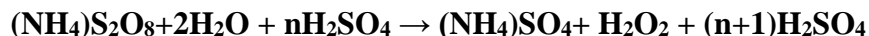
Persulfat kislota gidrolizi bosqichli o'tkaziladi. Birinchi bosqichda monopersulfat kislota hosil bo'ladi.



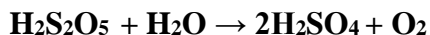
Undan keyin barcha persulfat kislota sulfat va monopersulfat kislotaga o'tadi va ikkinchi bosqich boshlanadi, monopersulfat kislota gidrolizlanib sulfat va vodorod peroksid hosil qiladi.



Vodorod peroksid eritmada H_2SO_5 miqdori 80-90% ga etganda hosil bo'la boshlaydi. Ammoniy persulfat gidrolizi quyidagicha boradi.



H_2SO_5 gidrolizining tezligi temperaturaga bog'liq. Xona temperaturasida katta miqdorda aktiv kislorod yo'qotiladi va gidroliz juda sekin boradi. Qizdirilganda gidroliz oshadi, lekin bir vaqtda H_2O_2 miqdori kamayib ketadi.



Bunga asosiy sabab, eritmada qo'shimcha aralashmalar ko'pligi H_2O_2 ajaralishiga katalizator hisoblanishidir. Agar haydash jarayonini vakuumda (qoldiq bosim 110-140mm.sim.ust)da olib borilsa, aralashmalarning zararli ta'siri kam bo'lib qoladi. Vodorod peroksidni haydashni ikki bosqichda olib borsa $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ni konversiyalanishi 85% ga oshadi.

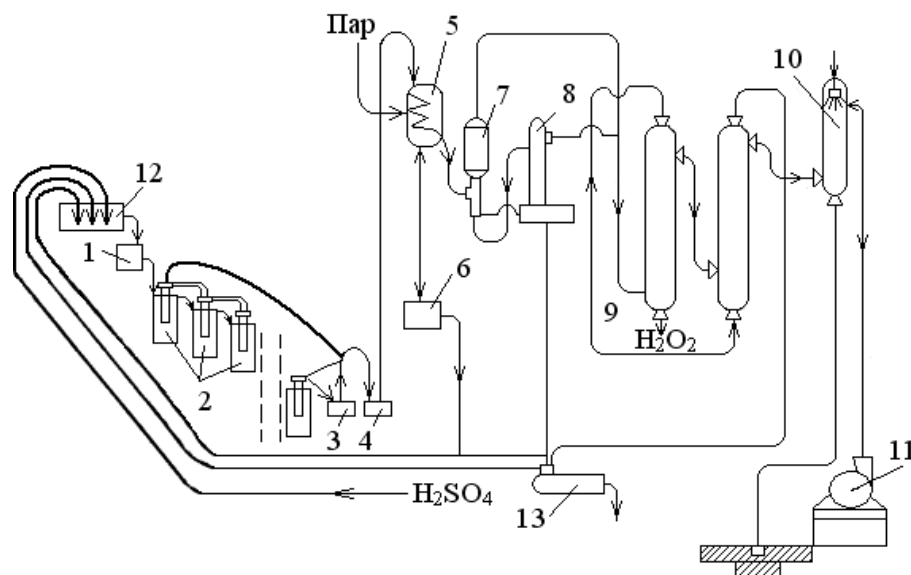
Persulfat ammoniy eritmasi gidrolizi 105-115⁰S temperatura va 50 mm simob ust qoldiq bosimda olib boriladi. Gidrolizdan keyingi 350 g/m H_2SO_4 , 220 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 5-10 g/l $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ tarkibli eritma korreksiyalanib va yana elektrolizga jo'natiladi.

Suv va vodorod peroksid bug'larini kondensasiyalash bosqichma-bosqich uchta kolonnali qurilmalarda olib boriladi. Vodorod peroksid bug'larining parsial bosimi suv bug'i bosimidan kamligi natijasida, birinchi kolonnada asosan H_2O_2 bug'lari kondensasiyalanadi va H_2O_2 ning 30-35% li konsentrlangan eritmasi olinadi.

Birinchi kolonnadan chiqqan bug'lar ikkinchi kolonnada kondensasiyalanishi natijasida vodorod peroksid suyultirilgan eritmasi olinadi. Bu eritmalar birinchi kolonnaga yuvishga jo'natiladi, uchinchi kolonnadagi eritma - ikkinchi kolonnaga yuvishga jo'natiladi.

Vodorod peroksid 30-35% li konsentrlangan eritmasi, H_2O_2 konsentrasiyasini 85-99% ga etkazish uchun yana konsentrlanadi. Vodorod peroksid 30-35% li eritmasini boyitish ikki bosqichda o'tkaziladi. Boshlanishida turg'un ammoniy perofosfat vodorod peroksid eritmasi birinchi apparatga beriladi, u erda 60-66⁰S va 55mm.simob ust. qoldiq bosimida haydash amalga oshiriladi. Haydalgan vodorod peroksid va suv bug'i ichi **Rashiga** halqalari bilan to'ldirilgan kermikadan yasalgan kolonnaga, undan keyin alyuminiy yuzli kondensatorga beriladi. Kolonka qo'yi qismidan chiqayotgan eritma tarkibida takriban 65% og'irlikdagi H_2O_2 bo'ladi. Keyinchalik konsentrlash 75⁰S da ikkinchi apparatda yuqoridagidek davom ettiriladi. Natijada ikki vakuum distillashda 85-90% li vodorod peroksid olinadi. Distillashda mahsulot unumi 99% gacha etadi.

26-rasmda persulfat kislotalardan vodorod peroksid olinishining texnologik sxemasi keltirilgan. Jarayonni uzluksiz va tok bo'yicha unumini oshirishni amalga oshirish maqsadida, elektrolizyorlar kaskadli usulda o'rnatiladi. Tarkibida 500-530 g/l H_2SO_4 bo'lgan eritma elektrolizyor katod bo'shlig'iga beriladi, u erdan kaskadning qo'yi qismida joylashgan elektrolizyor katod bo'shlig'ining barcha qismlaridan o'z-o'zidan oqib o'tadi. Promotor qo'shilgandan keyin olingan katolit eritma yuqoriga idishga nasos yordamida jo'natiladi, u erdan o'z oqimi bo'ylab elektrolizyorda kaskad holda joylashgan barcha anod bo'shlig'idan oqib o'tadi. Eng oxirgi elektrolizyordan chiqib ketayotgan eritma tarkibida **240-250 g/l $H_2S_2O_8$** va **280 g/l H_2SO_4** bo'ladi.



26 – rasm. Sulfat kislotalardan vodorod peroksid olish jarayonining texnologik sxemasi.

1 –Elektrolitlar yig'uvchi; 2 -elektrolizyorlar; 3 -katolit yig'uvchi; 4 -qo'rg'oshinli distilyator qurilma; 5 -anolit yig'uvchi; 6 -bug' kondensati uchun idish; 7 -seperator; 8 –yordamchi distilyator; 9 –kondensasiyalash kolonnalari; 10 –barometrik kondensator; 11 –vakuim nasos; 12 – kislota tayyorlash uchun idish; 13 –distilyator.

Elektrolit eritma sirkulyasiyasining ketma-ketligi avvalo barcha katodlar, keyin barcha anodlar bo'shlig'i orqali o'tkazilishi katolitda H_2SO_4 ni yuqori konsentratsiyada ushlab turish zarurligi uchun amalga oshiriladi. Aksincha SO_4 ionlar migratsiyasi natijasida, anod bo'shlig'ida katolitda H_2SO_4 konsentratsiyasi sezilarli pasayadi.

Tarkibida **250 g/l $H_2S_2O_8$** bo'lgan anolit gidrolizga jo'natiladi. Gidrolizdan keyingi qolgan sulfat kislota konsentratsiyasi o'rnatilgan qiymatgacha korreksiyalanadi va yana elektroliz jarayonida qo'llaniladi. Hosil bo'lgan suv bug'i va vodorod peroksid bug'lari aralashmalar, H_2O_2 va H_2O ni kondensasiyalash uchun kolonnalarga jo'natiladi.

Persulfat ammoniydan vodorod peroksid olish texnologik sxemasi yuqoridagi sxema juda yaqin holda amalga oshiriladi. Persulfat kaliydan H_2O_2 olish texnologik sxemasi sezilarli darajada farq qiladi, bu usulni amalga oshirish murakkabligi sanoatda keng qo'llashga imkoniyat bermaydi.

MA'RUZA № 10

MAVZU: NOORGANIK MODDALARNI ISHLAB CHIQARISH. PERMANGANATLAR VA MARGANETS OKSIDINING XOSSALARI, QULLANILISH SOXALARI.

REJA:

1. Noorganik moddalarni ishlab chiqarish.
2. Permanganatlar va manganets oksidining xossalari, qullanilish soxalari.
3. Manganets gidrometallurgiyasi
4. Manganetsni ishlab chiqarish usullari
5. Manganetsning elektrokimyoviy xossalari va elektrod reaksiyalari.
6. Elektrolitik manganets olish
7. Manganetsning kislorodli birikmalarining elektrosintezi.
8. Kaliy permanganat ishlab chiqarish

Manganets gidrometallurgiyasi

Boshqa metallardan farqli ravishda qazib olinayotgan manganetsning 90% ga yaqini qorametallurgiyada ferrofosfat ko'rinishida uchraydi. Undan po'latni legirlashda foydalaniladi. SHu sababli manganets og'ir rangli metallarga kiradi. Legirlovchi komponent sifatida manganets pulatlarga qattqlik va boshqa bir qancha xususiyatlarni beradi.

Manganetsdan asosan elektrotexnika, kimyo, oziq-ovqat sanoatida keng ko'lamda foydalaniladi. Undan shisha, misli, titanli, nikelli, magniyli qotishmalar tayyorlashda foydalaniladi. Bunday qotishmalar tayyorlash uchun ferroqotishmalar yaroqsiz hisoblanadi.

Sanoat ma'danlari tarkibida manganets miqdori 15% gacha, ba'zan 25-50% gacha bo'lishi mumkin. Manganetsning asosiy qismi tabiatda oksidli ma'danlar ko'rinishida: piroluzit (MnO_2), ksilomelan (MnO_2 ning kolloidli ko'rinishi), manganetsning bir qismi rodokrozit ($MnSO_3$), rodonit $MnSiO_3$ ko'rinishida birlamchi silikatlar tarkibida uchraydi. Manganetsli ma'danlar tarkibida kam miqdorda temir, nikel, kobalt, rux, hamda fosfor bo'lishi mumkin. SHunga qaramasdan manganetsli ma'danlarni ruxli ma'danlar turkumiga qo'shish mumkin emas.

Manganetsni ishlab chiqarish usullari. Metall holidagi manganets uning oksidli ma'danlarini turli xil qaytaruvchilar: alyuminiy, kremniy, uglerod bilan alyumotermik, silikotermik

va pechli usullarda qaytarish yo'li bilan olinadi. Marganets rudotermik elektr pechlarida marganetsli ma'danlarga ko'p bosqichli ishlov berish usulida olinadi.

Qaytarish yo'li bilan olingan marganets metali tarkibida 86-90% marganets (MR1 dan MR4 gacha) bo'ladi. Toza metall holdagi marganets (MRO – 99,7% li, MROO-99,5% li-elektrokimyoviy usulda olinadi).

Marganetsni elektrokimyoviy usulda olish o'tgan asrning 30-yillaridan boshlab rivojlana boshladi. Bunga P.P.Fedotovning olib borgan ishlari asos bo'ldi. Elektrolitik marganets Evropada, AQSH, Yaponiya va Janubiy Afrikada ham ishlab chiqarila boshladi.

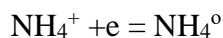
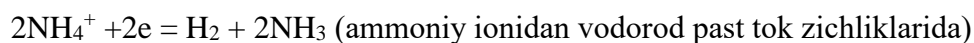
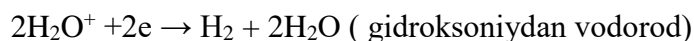
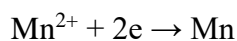
Elektrometallurgik marganets ishlab chiqarish to'rt bosqichni o'z ichiga oladi.

Elektrolitik usulda olingan metall termik usuldagiga nisbatan o'ta tozaligi bilan farq qiladi.

Marganetsning elektrokimyoviy xossalari va elektrod reaksiyalari. Marganets - suvli eritmalardan ajratib olinadigan elektromanfiy element hisoblanadi. Uni elektrolitik cho'ktirish uchun alohida sharoit talab etiladi. Elektrokimyoviy xossalari ko'ra marganets rux va kadmiylar guruxiga mansub bo'lib, yirik donador cho'kma hosil qilishga moyil metall hisoblanadi.

Marganetsda vodorodning yuqori o'ta kuchlanishga ega bo'lishi vodorodning manfiy elektrod potentsiali qiymati tomonga siljishini ta'minlash uchun etarli bo'lib, pH= 2 va undan ortiq qiymatlarda marganetsni katodda ajratib olish mumkin.

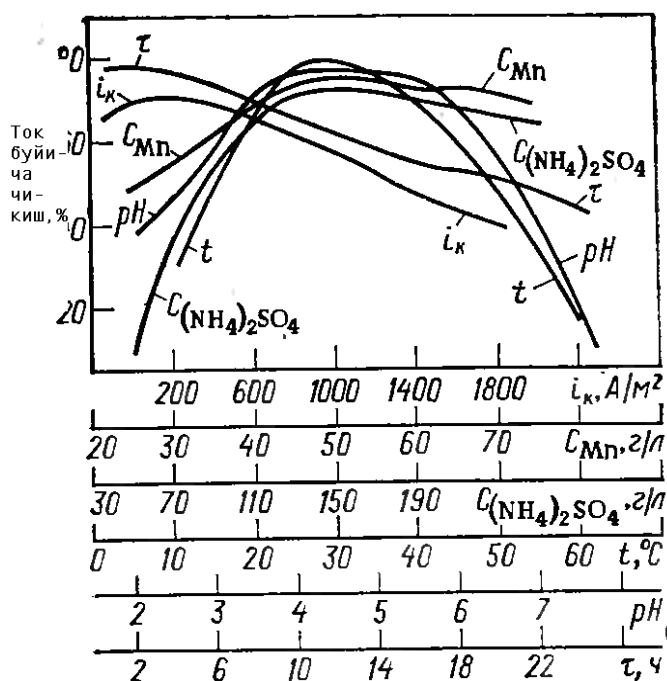
Jarayonni kerakli tok bo'yicha chiqishda olib borish uchun elektrolitda pH qiymatini 5-8 oraliqda ushlab turish tavsiya etiladi. pH>8 da elektrodda marganets gidroksidning muallaq zarrachalari paydo bo'ladi. Bunda katodda tarkibida 60-70% metall tutuvchi cho'kma hosil bo'lib, qolgan qismini marganets gidroksidi tashkil etadi. Marganets gidroksidi paydo bo'lishining oldini olish uchun elektrolitga ammoniy tuzlari qo'shiladi. Ammoniy ionining marganetsning katodli cho'ktirilishiga ijobiy ta'sirini quyidagicha tushuntirish mumkin. Katodda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Elektrolitning yuqori pHqiymatlarida, ayniqsa, elektrod oldi qiymatlarda vodorodning asosiy qismi NH_4^+ ionlarining qaytarilishi va qisman suvning parchalanishi hisobiga sodir bo'ladi. Birinchi

reaksiya natijasida ammiak hosil bo'ladi va u bilan marganets $[\text{Mn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ko'rinishidagi eruvchan komplekslarni hosil qiladi. Ammoniyli tuzlar va ammoniy gidroksidining qattiq fazadan hosil bo'lishini qiyinlashtiradi.

Elektroliz parametrlarining optimal qiymati ma'lum darajada eritmaning tozaligi va unda makroqo'shimchalarning bo'lishiga bog'liq. YUqori tozalikka ega bo'lgan sulfatli eritmalar uchun elektroliz parametrlarining ta'siri rasmda ko'rsatilgan.



27-rasm. Marganetsni toza eritmalardan cho'ktirishda jarayon parametrlarining tok bo'yicha chiqishga ta'siri

Mn^{2+} va ammoniy ionlari konsentrasiyalari, hamda pH va temperaturalarning tok bo'yicha chiqishga ta'siri maksimumlar bilan xarakterlanadi. NH_4^+ ionlari konsentrasiyalarining kichik qiymatlarida elektrod atrofida marganets ionlari $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ko'rinishiga o'tadi, bunda marganetsning zaryadsizlanishi qiyinlashadi. Ammoniy ionlarining katta qiymatlarida vodorodning ajralib chiqishi ortadi va marganetsning tok bo'yicha chiqishi pasayadi.

Tok bo'yicha chiqishga ko'proq eritma pH ta'sir ko'rsatadi. Kislotali va kam kislotali muhitlar vodorodning chiqishini osonlashtiradi. pHning yuqori qiymatlarida gidroksil va asosli tuzlar hosil bo'lib, ular Mn^{2+} ni bog'laydi. Temperaturalarning ortishi vodorodning o'ta

kuchlanishini juda pasaytirib yuboradi. Juda past temperaturalarda, marganets ionlarining elektrodga tushishi sekinlashganligi tufayli uning zaryadsizlanish jarayoni to'xtashi ham mumkin.

Elektroliz yo'li bilan marganets ikki xil modifikatsiyali ko'rinishda: γ – modifikatsiyali toza plastik holdagi yumshoq marganets ko'rinishida va qattiq mo'rt holdagi α – marganets shaklida uchraydi. Elektrolitik γ -modifikatsiya beqaror bo'lib, vaqt o'tishi bilan α – modifikatsiyaga o'tadi. Kerakli sharoitda har ikki modifikatsiya etarli darajadagi tok chiqishida ajratib olinishi mumkin. Hozirgi vaqtda α – modifikatsiya sanoat ahamiyatiga ega bo'lib, plastik holdagi marganets olish texnologiyasi etarli darajada ishlab chiqilgan.

Marganets va ammoniyli tuzlar aralashmalaridan maxsus qo'shimchalarsiz holda past tok qiymatlarda γ – modifikatsiya cho'ktiriladi va eritma etarli darajada toza bo'lganda, 70-75% gacha etishi mumkin. Tok zichligining yuqori qiymatlarida toza eritmadan juda mayda kristall hajmdagi α - modifikatsiya hosil bo'ladi. Eritmaga ma'lum miqdorda mikroqo'shimchalar(oltingugurt, selen, tellurli birikmalar) qo'shilsa, tok zichligining past qiymatlarida ham faqat α – modifikatsiyali marganets hosil bo'ladi.

Anodli jarayon etarli darajada murakkab hisoblanadi. Anolitning kuchsiz kislotali muhitida erimaydigan anodlarda qo'rg'oshindan kislota va kislorod hosil bo'ladi. Bunda Mn^{2+} ning oksidlanishi ham ro'y beradi. Past (20-40⁰S) temperatura va anodli tok zichligining yuqori qiymatlarida ($\sim 600A/m^2$) tarkibida qo'rg'oshin bo'lgan amorf marganets(IV) oksidi hosil bo'ladi. Marganetsning MnO_2 ko'rinishida yo'qolishini to'xtatish uchun toza qo'rg'oshindan emas, balki uning qotishmasidan tayyorlangan anoddan foydalaniladi.

Bundan tashqari qo'rg'oshinli qotishmadan tayyorlangan anod korroziyalanishni ham pasaytiradi. Elektroliz jarayonida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Elektrolitik marganets olish. Boshlang'ich xomashyo sifatida oksidli va karbonatli marganets ma'danlaridan foydalaniladi.

Oksidli ma'danlar qaytaruvchan kuydirishga uchratiladi. Qaytaruvchi sifatida uglerod, mazut, gazdan foydalaniladi.

Ishqorlash jarayoni ishlov berilgan kislotali anolitda 50g/l sulfat kislota bilan, pulpa pHini 4,5-5 gacha etkazish bilan olib boriladi. Kuydirish mahsulotlarini ishqorlashda eritmaga nafaqat marganets, balki ma'lum miqdorda temir, nikel, kobalt, kalsiy, magniy va boshqa metall tuzlari ham o'tib ketishi mumkin.

Karbonatli ma'danlar va shlaklar qaytaruvchan bo'lmagan kuydirish usulida ishqorlanadi. Karbonatli ma'dan va konsentratlardan marganetsni oson ishqorlab olish mumkin, lekin sulfat kislotasi sarfi kalsiyli birikmalarning miqdori ko'p bo'lganligi tufayli birmuncha ortib ketadi.

Ishqorlash uchun parrakli aralastirgichlardan foydalaniladi.

Marganets olishda elektrolitning tozaligi katta ahamiyatga ega. SHuning uchun elektrolit birmuncha zararli aralashmalardan yaxshilab tozalanadi.

Temir, alyuminiy, mishyak, molibden va fosforning asosiy qismi eritmani neytrallashtirishda ishqorlash bosqichida gidroksid va erimaydigan birikmalar ko'rinishida ajratib olinadi. Og'ir rangli metall ionlari, ayniqsa nikel va kobalt ionlari eritmadan sulfidlar ko'rinishida yo'qotiladi.

CHO'ktirish uchun H_2S , $(NH_4)_2S$ lardan foydalaniladi. Elektrolitdagi aralashmalarning miqdori(mg/l.larda): $0,5SO^{+2}$, Ni^{+2} va Cu^{+2} . Aralashmalar birgalikda uchrasa, ularning miqdorlari yanada kam bo'lishi mumkin. Marganetsning $Mn(OH)_2$ ko'rinishida yo'qotilishining oldini olish uchun tozalashda rN ning qiymati 5 dan oshmasligi kerak. $rN \approx 3$ da zaharli vodorod sulfid ajralib chiqishi mumkin. Og'ir rangli metall ionlarini to'liq cho'ktirish uchun eritmaga stexiometrik miqdordan ortiqcharoq S^{-2} qo'shilishi kerak. Tarkibida oltingugurt kam bo'lgan α -marganets olish uchun (MR-00-0,03% dan kam S bo'lgan) – tozalash mahsulotlari – metall sulfidlari, elementar oltingugurt, S^{-2} lar filtrlash va adsorbsiyali tozalash usuli bilan yo'qotiladi va shundan keyin aniq tortib olingan oltingugurtli birikma qo'shiladi. Γ – marganetsni olishda oltingugurtli birikmalar va organik birikmalarining qoldiqlari, marganets (IV) gidroksid, marganets (IV) oksid, aktivlangan ko'mir yordamida adsorbsiyali tozalash yo'li bilan tozalanadi. Marganetsga nisbatan elektromanfiy potentsialli metall(Fe^{+2} , Al^{+3}) ionlaridan ham yaxshilab tozalanadi.

Elektroliz. Hozirgi vaqtda elektrolit sifatida marganets va ammoniy sulfat eritmalaridan foydalaniladi. Zamonaviy korxonalarda katolit tarkibidagi marganets konsentratsiyasi 16-18 g/l, ta'minlash eritmasida esa 32-40 g/l dan, ishlov berilgan elektrolitda esa 12-13g/l dan ortmasligi lozim, ya'ni 1 l elektrolitdan 20 g dan ortiq marganets olib bo'lmaydi. Bu eritmalarining hammasida ammoniy sulfatning miqdori 130-170 g/l atrofida bo'ladi. Ammoniyli tuz nafaqat bufer va ammiak donori sifatida, xizmat qiladi, balki elektrolitning etarli darajadagi o'tkazuvchanligini ham ta'minlaydi.

Elektrolit temperaturasi 25-40⁰S dan oshmasligi kerak. Bu temperatura suv bilan sovutish yo'li bilan ushlab turiladi. Tok zichligi 400-500 A/m² ga teng qiymatda ushlab turiladi. Vanna elektrolit bilan parallel ravishda ta'minlanadi.

Anodlar tarkibida 1% li kumush bo'lgan qo'rg'oshinli qotishmadan tayyorlanadi va bu nafaqat ularning xizmat muddatini, balki MnO_2 ning hosil bo'lishiga sarflanayotgan marganetsning ulushini ham kamaytiradi.

Katodli matritsalar zanglamaydigan po'latdan yoki titandan tayyorlanadi. Metalni ajratib olish sutkasiga bir marta olib boriladi.

Elektrolizyorlarning quvvati 3 kA gacha bo'lganda ular yashik ko'rinishida viniplastdan yasaladi. YUqorida ta'kidlab o'tilganidek, rux marganetsdan farqli ravishda kislotali eritmalardan etarli darajada tok bo'yicha chiqish usulida olinmaydi. SHuning uchun elektrolizyorda katodli va anodli fazo katolit va anolitning turli xil sathini ta'minlash maqsadida bo'ylama diafragma bilan ajratib turiladi. Diafragmali fazoga anodlar joylashtiriladi. Hosil bo'lgan marganets (IV) oksidi qisman vanna tubida yig'iladi va vaqti-vaqti bilan yo'qotib turiladi. Katodlar diafragmalararo sohaga joylashtiriladi, bu erga suvli sovutkichlar ham o'rnatiladi. Vanna uzunligi elektrodlar soniga, ya'ni vannadagi tok kuchiga bog'liq. Diafragma mavjudligini hisobga olib, bir ismli elektrodlar orasidagi masofa 150-200 mm ni tashkil etishini ta'minlash mumkin. 24 soatli elektrolizda tok bo'yicha chiqish 55-65% ni, vannadagi kuchlanish 5V ni, elektr energiyasi sarfi 7000-8000 kVt.soat/t ni tashkil etadi.

Hosil bo'lgan metall tozaligi MR-O(99,7% Mn, 0,1% S) yoki MR-OO(99,95% Mn, 0,03% S) ga mos keladi. YUqori tozalikka ega bo'lgan marganets olish uchun uning tarkibidagi gaz va boshqa birikmalar qayta suyultirish, vakuumli ishlov berish usuli bilan yo'qotiladi.

Marganets. Ishlab chiqarish sharoitida marganets olishda katodda ajralib chiqqan metall miqdori 50% ga yaqin bo'ladi. Tokning qolgan qismi samarasiz ishlatiladi, u asosan kislorod olish uchun sarflanadi.

Agar elektroliz jarayoni xloridli va ftoridli elektrolitlarda parchalashning suyuqlanish temperaturasidan past temperaturalarda olib borilsa, hosil qilingan katodli cho'kmalar sovugan elektrolit bilan to'ldirilgan dendritlardan iborat bo'ladi.

Katodli cho'kmalardagi tuzlarning miqdori 30% va undan ortiq bo'ladi. Arzon marganetsli qotishmalarni elektrokimyoviy rafinlash istiqbolli hisoblanadi. Marganetsning kadmiy, mis, rux, qo'rg'oshin va qalay bilan qotishmalarini elektrokimyoviy olish usullari bo'yicha ishlar olib borilmoqda. Tajribalar tarkibida 30% gacha marganets bo'lgan alyuminatli qotishmani olishda solishtirma elektr energiyasining sarfi ammoniy olishdagi kabi bo'ladi.

Xrom. Metall holiday xrom sanoatda alyumotermik yoki eritmalarni elektroliz qilish usulida olinadi. Birinchi usulda metallning tozaligi 98% ni tashkil etadi, eritmalarni elektroliz

qilish bilan olingan xrom tarkibida 0,01% gacha gazsimon vodorod, kislorod va azot bo'ladi. Gazlardan tozalangan xrom alyumotermik xromni elektrorafinlash yo'li bilan hosil qilinadi. KCl va $NaCl$ dan iborat aralashmaga NaF ni qo'shish bilan jarayonining ko'rsatkichlari yaxshilanadi. Molibden va volfram suyuqlanmalarini elektroliz qilib rafinlash va hosil qilishga harakat qilinmoqda.

Margenetsning kislorodli birikmalarining elektrosintezi.

Kaliy permanganat ishlab chiqarish

Kaliy permanganat $KMnO_4$ kuchli oksidlovchi. U organik sintez reaksiyalarida, yog' va aromatik kislotalar ishlab chiqarishda, matolarni oqlash uchun, daraxtlarni, tibbiyotda va uyda dezinfeksiyalash vositasi sifatida fotografiya, amaliy analitikada keng qo'llaniladi.

Kaliy permanganat olishning ikki sanoat usuli mavjud: 1) yarim elektrokimyoviy; 2) elektrokimyoviy usullar.

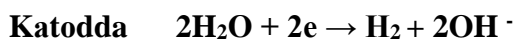
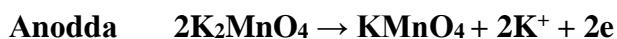
Yarim elektrokimyoviy usul tabiiy pirolizitni havo kislorodi ishtirokida KOH bilan eritib kaliy manganat olishga asoslangan.



Kaliy manganat hosil bo'lish reaksiyasi ekzotermik bo'lib 250–270^oS da o'tkaziladi. 300^oS temperaturadan yuqorida manganat quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanadi:



MnO_2 va K_2MnO_4 oksidlanish darajasi ishqor miqdori oshishi bilan sezilarli darajada oshadi. Manganatni permanganatgacha kimyoviy va elektrokimyoviy usullarda oksidlash mumkin. Kimyoviy oksidlanishi kaliy manganatning xlor yoki SO_2 bilan o'zaro ta'sirlashishiga asoslangan, lekin bu usulda mahsulot unumi yuqori bo'lmaydi. Erimaydigan anodda manganat eritmasi elektrolizi o'tkazilsa, elektrokimyoviy oksidlash yaxshi natija beradi. Elektrodlarda reaksiyalar quyidagicha boradi:



Umumiy jarayon



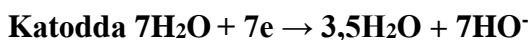
Hosil bo'lgan KOH eritmasi ishlab chiqarish siklida yana ishlatiladi. Tok bo'yicha $KMnO_4$ unumi eritmadagi K_2MnO_4 ning oxirgi konsentrasiyasi va katodda qaytarilish tezligiga bog'liq. Eritma tarkibida 80-150 g/l K_2MnO_4 ning barqaror birikmasi olinadi. Manganat konsentrasiyasi 25-

30 g/l gacha kamayganda tok bo'yicha unum kamayadi. YUqori ishqoriylik K_2MnO_4 ning quyidagi reaksiya bo'yicha parchalanishiga olib keladi.



YUqorida ko'rsatib o'tilgan usulda kaliy permanganat ishlab chiqarish kamchiliklarga ega bo'lib: 1) aylanuvchi pechda K_2MnO_4 olish jarayoni murakkablashadi. 2) jarayon uchun zarur bo'lgan temperaturani apparatda vodorodni yoqib olish kerak. Pech ichida yonadigan vodorodni tabiiy yoki generator gaziga almashtirish mumkin emas, chunki turli tarkibli gazlar ishqorni karbonlashtiradi, bu manganat unumini kamaytiradi. Hozirgi vaqtda sanoatda K_2MnO_4 olish jarayonini tashqi tomonlaridan qizdiriladigan avtoklavda suyultirilgan ishqor bilan pirolizitga kislorod bosim ostida kiritiladi.

Elektrokimyoviy olinishda anodda margenetsning oksidlanishi, katodda-vodorod ajralib chikadi.

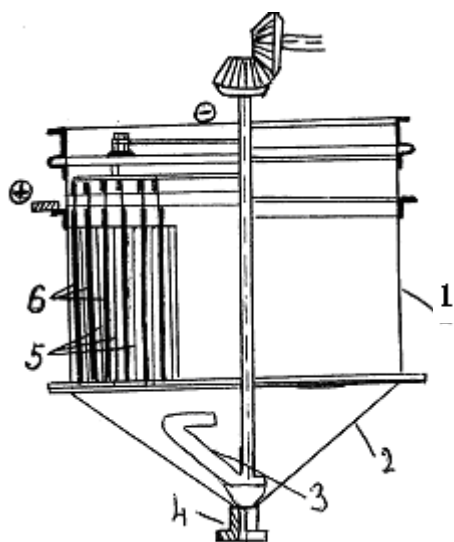


Jarayoning umumiy reaksiyasi



Anodda qo'shimcha reaksiya natijasida OH^- ionlar ajralishi kuzatiladi.

Elektrolizyorlar. 28 -rasmda kaliy manganatdan permanganat olish uchun silindri elektrolizyor qo'llanilgan. Elektrolizyor ishchi hajmi $2,2 \text{ m}^3$, balandligi 1400 mm, diametri 1500 mm va 500 A ga mo'ljallangan. /ovak po'latdan yasalgan anodlar bir-biridan 50 mm orasidagi masofada joylashtirilgan. Katodlar po'lat simli anodlar orasida joylashgan. Ularning umumiy ishchi yuzasi anodnikiga nisbatan 10 marta kam, elektrolizyor hammasi bo'lib 11 ta anod va 10 qator



katodga ega. Elektrolizyorda $50-60 \text{ }^\circ\text{S}$ temperatura, anoddagi tok zichligi -70 A/m^2 va katodda -700 A/m^2 tok zichligida ishlaydi. Boshlanish sikldagi kuchlanish $2,0-2,2 \text{ V}$; oxirida $-2,3-2,5 \text{ V}$ ga teng.

Tok bo'yicha unum 70-80%. Elektroliz sikli 30-36 soat davom etadi.

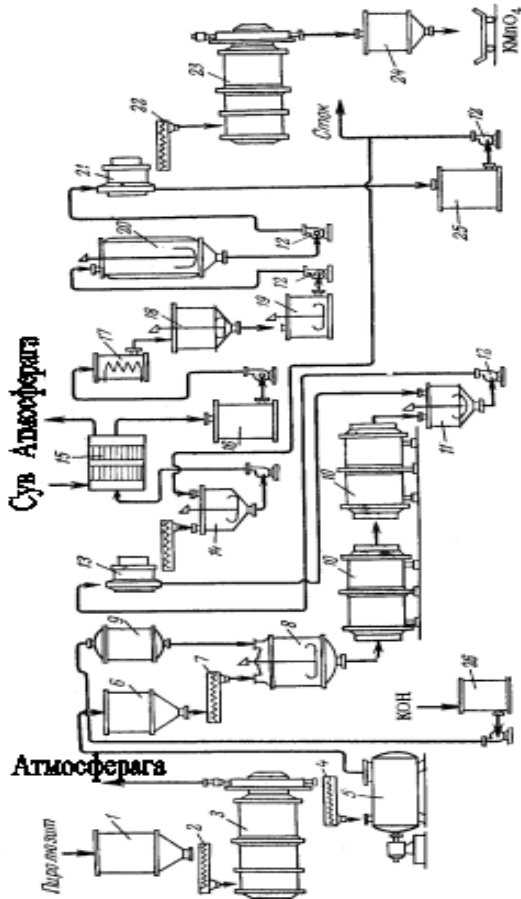
28 -rasm. Manganat kaliy eritmasidan kaliy permanganat olish uchun elektrolizyor.

1 –korpus; 2 –konusni tubi; 3 -aralashtirgich; 4 –qo'yuvchi shtuser; 5 –g'ovak po'lat anodlar; 6 – po'lat sterjenli katodlar.

Texnologik sxema. 29-rasmda YArim elektrokimyoviy usulda kaliy permanganat ishlab chiqarishning prinsipial texnologik sxemasi ko'rsatilgan.

Tabiiy piroluzit quritiladi, maydalanadi va aniq miqdordagi **KOH** bilan aralashtiriladi. Olingan aralashma ikki ketma-ket kuydiruvchi pechlarda kuydiriladi. Birinchi pechdan chiqqan qotishma ikkinchi pechga beriladi. Birinchi pechdan gazlar bilan 360-420 °S gacha qizdirilgan holda beriladi. Ikkinchi pechdan qotishma 220-230 °S da chiqadi, lekin gazlar 220-250 °S da kuydirilishda 90% gacha **MnO₂**, **K₂MnO₄** ga o'tadi. Qotishma ishqorlanadi va 200-220 g/l **K₂MnO₄** tarkibli olingan eritma elektrolizyorga beriladi.

29-rasm. Kombinasional usulda kaliy permanganat olishning texnologik sxemasi.



1-piroluzit uchun bunker; 2,4,7,22-ta'minlovchi shneklar; 3,23- barabanli qurtgichlar; 5-tebranuvchi tegirmon; 6-bunker; 8-aralashtirgich; 9-KON eritmasi uchun idish; 10-aylanuvchi kuydiruvchi pech; 14-manganatni ishqorlovchi uchun uskuna; 12-markazdan qochma nasoslar; 13,21-sentrofugalar; 14,26-erituvchilar; 15-filtrpress; 16-elektrolit yig'uvchi bak; 17-elektrolit naporli baki; 18-elektrolizyor; 19-elektrolit mahsuloti uchun bak; 20-kristalizator; 23-barabanli quritgich; 24-kaliy permangat yig'uvchi; 25- qoldiq erituvchi yig'uvchi idish.

ostida 30-110 °S temperaturada jo'natiladi.

Elektroliz sikli tugagandan keyin **KMnO₄** kristallash uchun eritmalar sovutgichlarga qo'yiladi. Birinchi kristallanishdan keyin qolgan eritma vakuum bug'lantiriladi va **KMnO₄** yana kristallashga

Xom ashyo qayta kristallanib, sentrafugada ajratiladi va lentali quritgichda quritiladi. Zarurat bo'lganda «toza», «farmosevtik» maqsad uchun, texnik **KMnO₄** mahsuloti qo'shimcha qayta kristallanadi.

Ferromargenets elektrokimyoviy oksidlanishida kaliy permanganat ishlab chiqarish texnologik sxemasi yuqorida yozilgandan sezilarli darajada farq qiladi. Sexda elektrolizyorlar bir qator o'rnatilib, uzluksiz ishlaydi. Elektrolizyor pastki qismida yig'ilib qolgan permanganat (ko'pincha 100-120 soat ishlagandan keyin) to'xtatiladi va pastki qismdan eritma quyib olinadi. Tarkibida **KMnO₄**, **MnO₂** va kremniy oksid va temir gidrooksid bo'ladi.

Eritma filtrlanadi. Filtrdan keyin konsentrlangan elektrolit elektrolizga qaytariladi, lekin olingan cho'kma (**KMnO₄** xom ashyo) 70⁰S da eritiladi. Eritma sentrifugada shlamdan ajratiladi va **KMnO₄** kristallashga jo'natiladi. Sentrifugada **KMnO₄** kristallari ajralgandan keyin 90 ⁰S temperaturada quritiladi va idishlarga joylanadi.

Elektrolitda kaliy karbonat sekin asta yig'ilishi eritma elektr o'tkazuvchanligini pasaytiradi, shuning uchun uning bir qismi davriy ravishda **K₂CO₃** miqdorini 50 g/l gacha tushirish uchun so'nmagan ohak qo'shib, undan ishqor chiqarilib turiladi.

KMnO₄ elektrosintezining texnologik sxemasi yarim elektrokimyoviy usul sxemasidan osonroq, chunki orada manganat tayyorlash etapi qoldiriladi. SHunga qaramasdan bu usulda katta miqdorda elektr energiya sarflanadi, vodorod talab etilmaydi va solishtirma bug' sarfi sezilarli darajada kam.

MA'RUZA № 11

MAVZU: SUYULTMALARDA ELEKTROLIZ. NATRIY ISHLAB CHIQARISH

1. Suyultmalarda elektroliz.
2. Qo'llanilishi va ishlab chiqarish usullari
3. Uyuvchi natriydan natriyni ishlab chiqarish.

Tayanch atama va iboralar: *anodli effekt, suyuqlanma, oksidlovchi, elektrokimyoviy usul, elektrolit, dissosialanish, ionlar, elektroliz, konsentrasiya, elektrod, elektr toki, kuchlanish, potensial.*

Suyuqlanmalarni elektroliz qilish oson. Qiyin eriydigan va noyob metallarni olishda, hamda fluor, xlor va borni olishda, metallarni rafinlashda va qotishmalarni olishda ishlatiladi.

Suyuqlanmalarining elektrolizi amaliy elektrokimyoning eng ko'p energiya iste'mol qiluvchi tarmog'i hisoblanadi. Masalan, alyuminiy ishlab chiqarish elektrolitik usulda olinadigan barcha tarmoqlar orasida energiyasi sarfi bo'yicha birinchi o'rinda turadi. 1 kg natriy ishlab chiqarishga sarflanadigan elektr energiyasi 1 n kvh-soatni, alyuminiyga -1,7, magniyga 18, kalsiyga 30, litiyga - 60 kvh/soatni tashkil etadi.

SHuning uchun bunday metallarni ishlab chiqarishni katta GESlarga yaqin joylashtirilishi kerak.

Engil metallarni olish uchun elektrolitlarni suv va nisbatan katta musbat potentsialli metallardan juda yaxshi tozalash kerak bo'ladi. Bunda metall aralashmalari katodda ajraladi va namlikning bo'lishi vodorodning katodda ajralib chiqishigagina emas, balki ko'pincha elektrolit komponentlari-ning gidrolizlanishiga ham sabab bo'ladi. Engil metallar olishga mo'ljallangan korxonalarda faqatgina elektroliz sexlarigina emas, balki xom ashyoga dastlabki ishlov berish va qayta ishlash sexlari ham bo'ladi. Suyuqlanmalarni elektroliz qilish bilan olinadigan metallar va qotishmalarda suvli eritmalaridan olinadigan suyuqlanma va qotishmalardan tarkibida nisbatan gazlarning (N_2 va boshqa) kam bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Suyuqlanmalar uchun jarayonlarning yuqori temperaturada olib borilishi xarakterlanadi.

Ko'p hollarda kerakli temperaturalar elektroliz jarayonida elektrolizyorda paydo bo'lgan issiqlik hisobiga hosil qilinadi. Suyultirilgan muhit elektrolizning suvli eritmalar elektro lizidan farqi elektrolitlarning bir-biridan fizik-kimyoviy xossalari bilan farq qiladi.

Suyultirilgan tuzlarni elektroliz qilib metallarni olish katod tayyorlangan metall suyuqlanish temperaturasidan yuqori yoki undan past temperaturalarda elektroliz qilinadi. Amaliyotda engil metallar suyuqlanish temperaturasidan yuqori bo'lgan temperaturalarda olinadi. Elektroliz metallning suyuqlanish temperaturasidan past temperaturada olib borilsa, katodda qattiq kristall holdagi cho'kma hosil bo'ladi. Suyultirilgan tuzlar suyuqlanmalarining elektrolizida elektrokristalizasiya jarayoni suvli eritmalaridagi kabi qiyinchiliklarsiz sodir bo'ladi. Suyuqlanmalarni elektroliz qilishda anodli jarayonlar uchun "**anodli effekt**" deb nom olgan kuchlanishni juda oshirish o'ziga xos xususiyat hisoblanadi. Sanoatda anodli effekt ko'proq alyuminiy olish elektrolizyorida kuzatiladi. Laboratoriyada esa bu effekt boshqa metallarning suyultirilgan tuzlarini elektroliz qilishda tok zichligini oshirishda kuzatiladi. Bu hodisaning mohiyati quyidagidan iborat. Vannadagi kuchlanish 15-30 V gacha (ba'zan 100 V va undan ortiq) tezda oshirilishi mumkin va anodning elektrolit bilan tegishish chegarasida juda mayda uchqunlarning hosil bo'lishini kuzatish mumkin.

Anodli effektgacha bo'lgan gazsimon mahsulotning bir me'yorda ajralib chiqishi to'xtaydi, elektrolit anod sirtida yomon jamlana boshlaydi. Bunda, tok manbai qo'shimcha kuchlanishga mo'ljallanmagan bo'lsa, vannadagi tok kuchi pasayadi. Har qaysi suyuqlantirilgan elektrolit kritik tok zichligi bilan xarakterlanadi va bu qiymatga etganda anodli effekt kuzatiladi.

Kritik tok zichligi fluoridlar – xloridlar – bromidlar - yodidlar qatorida ortib boradi. Temperatura va elektrolitdagi oksidlar miqdori oshirilganda anodli effekt bir muncha yuqori tok zichligida kuzatiladi. Hozirgi vaqtda anodli effekt yuzaga kelishining ikki xili mumkin bo'lgan mexanizmi ko'rib chiqiladi.

Birinchi mexanizmga ko'ra, anodli effektning hosil bo'lishiga sabab, anodning suyuqlantirilgan elektrolit bilan namlanishining yomonlashuvi bo'lib, bu suyuqlanma tarkibidagi u yoki bu SAMLar konsentrasiyalarining pasayishi hisobiga yuzaga keladi. Bunda anodda ajralib chiqqan gazlar elektrod sirtida ushlab qolinadi, uni o'rab oladi va gazli niqob hosil qiladi va elektrolitni anoddan siqib chiqaradi, bu esa kuchlanishning oshishiga sabab bo'ladi. Anod sirtiga sirt aktiv tarkibiy qismlarining berilishi anodli effektini yo'qotadi.

Ikkinchi mexanizmga muvofiq, anod sirtining unga xemosorbiyangan kislorodning boshqa gazsimon mahsulotlar bilan qayta almashinishi sodir bo'ladi. Masalan, kriolit – glinozemli suyuqlanmadan alyuminiy olishda elektrolitdagi kislorod donorlarning konsentrasiyasi kamayishi tufayli sodir bo'ladi. Bu holda anodda faqat kislorodninggina emas, balki u bilan bir vaqtda ftorning ham zaryadsizlanishi sodir bo'ladi.

Gazsimon ftorning anodni yuvib o'tishida kislorod sirtining ftor bilan qoplanishini kuzatish mumkin va buning natijasida shu sirt xossalari ham o'zgarish kuzatiladi. Anodli effektida energiya sarfi ortadi va metallning yo'qolishi ko'payadi. SHu bilan birgalikda anodli effekt vanna ishining nazoratchisi ham bo'lib, ba'zan sovub qolgan elektrolitni qizdirishda foydalaniladi.

Natriy xlor eritmasining elektrolizi

Natriy xlor (osh tuzi) nisbatak arzon xom eshyo bo'lganligi hamda, uni zlektrolizidan uchta (xlor, natriy gidroksidi va vodorod) muhim sanoat moxsuloti olinishi sababli shu bilan bir qatorda elektroliz jarayonining soddaligi tufayli uning eritmasini elektrolizi iktisodiy yasizrtidan anche samarali usul xisoblanadi.

Xlor normal sharoitda gaz $-34,1\text{ }^{\circ}\text{S}$ dh suyuhlanadi, $-101,6\text{ }^{\circ}\text{S}$; muzlaydi» sariq- yashil rangli zaharli gaz. Xlor: xlororganik birikmalar erituvchilar, kauchuk, kimyoviy zaharli kimyoviy birikmalar va boshqalar) olishda, metallurgiya (rudalarni xlorlab kuydirishda to'qimachilik,

sellyuloza kog'oz sanoatlarida ishlarida (oqartirish va tozalash uchun), ichimlik va oqova ovularini tozalash va sterillashda va boshkalarda juda keng ko'llaniladi.

Elektrolizning ikkinchi mahsuloti natriy gidroksida bo'lib, muhimligi jihatidan asosiy mahsulotdan (xlordan) qolishmaydi.

natriy gidroksidi kattik, oq rangli suvda yaxshim eriydi 328⁰S da suyuqlanadi» Natriy gidroksi organik sintezda, suniy tola ishlab chiqarishda, sellyuloza va kog'oz olishda sovun va alyuminiy ishlab chiqarishda, neftni qayta ishlash sanoatida keng ko'lamda ishlatiladi.

Elektroliz qilish uchun osh tuzining tuyingan eritmasidan (305-310 g/l) shurobadan Foydalaniladi. Elektroliz irki xil apparatda kattik po'latli diafragmali yoki diafragmasiz suyuq simob katodli apparatlarda. (elektrolizyorlarda) olib boriladi har ikkala holda ham uglerodli (grafitli) anod yoki sirtiruteniy oksidi bilan qoplangan titanli anod ishlatiladi. Bu ikkala usul katod bushlirida boradigan jarayonlar bilan bir - birisidan fark kiladi. Elektroliz paytida tsumimcha reaksiyalar ketishini oldini olish hamda, elektroliz maxsulotlarini ajralishii uchun qattiq katodli elektroliz yorlarda anod va katod fazasi bir-birisidan g'ovakli difragma bilan ajratilgan bo'ladi.

MA'RUZA № 12

MAVZU: NATRIY XLORIDDAN NATRIY ISHLAB CHIQRISH. ELEKTROLIZERLARNING ISSIQLIK VA MODDIY BALANSI

REJA:

1. Natriy xloriddan natriy ishlab chiqarish.
2. Elektrolizerlarning issiqlik balansi
3. Elektrolizerlarning moddiy balansi

Tayanch atama va iboralar: *oksidlovchi, elektrokimyoviy usul, elektrolit, dissosialanish, ionlar, elektroliz, diafragma, elektrod, persulfat kislota, katod, anod, elektr toki, kuchlanish, potensial.*

Elektroliz deb, elektrolit eritmasidan uzgarmas elektr toki utganda sodir bo'ladigan oksidlanish - qaytarilish reaksiyasiga aytiladi. Bunda elektrolitlar parchalanib elektrodalarda maxsulotga aylanadi. Elektrodalarda elektr tokining paydo bulishi bilan (tok manbaiga ulangach) elektrolitlar, parchalanib kation va anionlar hosil qiladi. Kationlar katodga (elektronlar manbaiga) tamon, anionlar esa anodga tomon harakat qiladi. Kationlar katodga borgach elektron olib anionlar esa anodga kelgach elektron berib zaryadsizlanadilar. Natijada ele'trolarda gazsimon,suyuq yoki

qattik neytral moddalar hosil bo'ladi. Bunda elektrolitning boshqa molekulari dissosiyalanadi. Natijada ionlarning zaryadsizlanishidan buzilgan muvozanat qayta tiklanadi. Agar anod elektrolitda eriydigan metalldan yasalgan bo'lsa, u holda anodning erib eritmaga o'tishi hisobiga muvozanat tiklanadi (metall ionlari kationlar hosil bo'lishi hisobiga). Elektrolitlarda odatda turli xil ionlar bo'ladi. Ulardan qaysi birining elektrod potentsiali kichik bo'lsa o'sha ion birinchi bo'lib zaryadsizlanadi. Ionlarning ketma-ket navbat bilan zaryadsizlanishi Fizik kimyoviy qonunlari bilan aniqlanadi.

Amaliyotda elektroliz mahsulotlarining elektrodlarda ajralish tartibi, nafaqat normal elektrod potentsiallarining qiymati bilan, balki elektrolizni o'tkazish sharoitlariga: elektrodning qanday materialdan qilinganligiga elektrolit konsentratsiyasiga, aralashtirishning intensivligiga», haroratsiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi. Texnologik sharoitni tandash bilan, elektrolizga ionlarning zaryadsizlanish tarkibini o'zgartirish mumkin. Masalan, ba'zi elektrodlarda ionlar zaryadsizlanishining o'g'a kuchlanish xodidasidan foydalanish orkali.

Engil metallar (litiy, kaliy, natriy, magniy, alyuminiy) va ba'zi og'ir metallarni (xrom, tantal, qurgoshin) birikmalarini suvdagi eritmalarini elektroliz qilish yo'li bilan metall olib bo'lmaydi, chunki ular vodorodga nisbatan elektiro manfiyrokdir, shuning uchun ham elektrodlarda metall emas balki faqat vodorod ajralib chikadi. Bunday metallarni faqat ular birikmalarini (tuzlari, oksidlari yoki gidroksidlarshi) suyuqlanmalarini elektroliz; kilish yo'li bilan olish mumkin (chunki suyuqlanmada vodorod ioni bo'lmaydi). Suyuklanmalar elektrolizi ham eritma elektrolizi qonunlariga asoslanadi amo, ayrim o'ziga xos tomonlari bilan farq ham kiladi. (masalan, bunda harorat yuqori bo'ladi 1400°S gacha erituvchi ionlari bo'lmaydi).

Elektroliz nazariyasi Faradey konuniga asoslangan (1833yil) elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralib chiqqan moddaning miqdori, eritmadan o'tgan elektr miqdoriga tug'ri proporsionaldir (birinchi qonuni). Bir nechta elektrolit eritmasi orqali teng miqdorlarda elektr utkazilganda elektrodlar ajralib chikdigan moddalarning og'irlik miqdorlari ayni moddalarning kimyoviy ekvivalentiga proporsional bo'ladi (ikkinchi konuni).

Faradeyning ikkinchi qonuniga ko'ra xar qanday moddaning bir ekvivalentini akretib chikarish uchun teng miqdor elektr talab qilinada va bu elektr miqdori Faradey soni deyilib u 96500 kl/mol'ga teng.

Elektrolizning asosiy texnologik ko'rsatkichi va elektr zergiyasidan rasional foidalanish kategoriyasi bu: tok buyicha unum, energiyasidan foydalanish darajasi, energiya buyicha sarfiyot koeffisienti, elektrolizga berilgan kuchlanish va boshqlardir.

Tok buyicha unum n (%) yoki birning qandaydir ulushlarida ushbu formula $n =$

$$\frac{Ga}{G_H} \cdot 100 \quad (3,3)$$

Asosida topiladi. Bunda: G_a - elektroliz natijasida amalda olingan maqsulot massasi, G_H - faradey konuni buyicha nazariy olinishi mumkin bo'lgan mahsulot miqdori (massasi). Mahsulotning nazariy massasi Faradeyning ikkala qonunini birlashtiruvchi formula asosida hisoblab topiladi.

$$G_H = \frac{j \cdot \tau \cdot a}{nF} = j \cdot \tau \cdot E \quad (3.4)$$

Bunda: j - tok kuchi (Amper), τ - elektroliz vakti (soat), A - ionning massasi yoki atom massa, n - ion zaryadi, F - Faradey soni, E - moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti, yoki $G_H = K \cdot Q$ formula shaklida yozish mumkin. Bunda: K - moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti (uni topish uchun $K = \frac{E}{F}$ formuladan foydalaniladi) Q - tok miqdori, (uni topish uchun $Q = j \cdot \tau$ formuladan foydalaniladi).

Energiyadan foydalanishi darajasi, μ (%), bu ayni miqdordagi moddani ajralib chiqishi uchun kerak bo'ladigan nazariy energiya miqdorining, $-W_n$, amalda sarflangan faktik energiya miqdoriga $-W_f$ bo'lgan nisbati:

$$\mu = \frac{W_H}{W} \cdot 100 \quad (3,5)$$

elektro energiyaning nazariy miqdorini

($K, V_m \cdot C$):

$$W_H = V_n \cdot j \cdot \tau = V_n \cdot Q \quad (3,6)$$

formula orkfli hisoblab topiladi. Bunda: V_n elektrolit parchalanishining nazariy kuchlanishi (Volt) (Q - elektr miqdori (Kl)) Elektrolarda na zariz kuchlanish anod- φ_{an} , va katodning φ_k muvozanat potentsiallari orqali topiladi.

$$V_n = \varphi_{an} - \varphi_k \quad (3,7).$$

Muvozanatdagi potentsiallarining qiymatlari Nernst formula si bo'yicha topiladi. U qiymatlar spravochniklarda berilgan. Elektrolizyorlarda nazariy kuchlanish,

$$V_n = \frac{\Delta G}{n \cdot F} \cdot 298 \quad (3.8.)$$

formuladan foydalanib topiladi. Bu erda: ΔG_{298} - reaksiyaning erkin energiyasining iftirozi, j/mol'. Energiyaning faktik sarfi W_f elektroliz vannasiga berilgan kuchlanishga bog'liq bo'lada. Qaysikim, u har doim elektroddarning hutublanishi sababli hamda om birligidagi elektrolit, elektrodlar diafragmalar tok beruvchilar (uzatuvchilar) va boshkalarining qarishiligi sababli nazariysidan ko'p bo'lada. Faktik energiya sarfi W_f ni hisoblash uchun 3,5 formula bo'yicha) bo'yicha quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\mu = \frac{V_H}{V_\phi} \cdot n \quad (310)$$

Formuladan kelib chiqadigan xulosa shundan iboratki qanchalik tok bo'yicha unum ko'p va elektrolizyorga berilgan kuchlanish qanchalik kam bo'lsa energiyadan foydalanish darajasi shunchalik katta bo'ladi.

Sanoatda eritmalar elektrolizida turli ishlab chiqarishlarda tok buyicha unum 60-90 % dan va energiyadan foydalanish darajasi 50-60 % dan oshmaydi. Suyuqlanmalar elektrolizida esa tok buyicha unum 70-80 % ni tashkil etsa energiyadan foydalanish eritma elektrolizidan ancha past bo'ladi. Masalan, Al_2O_3 va kriolit suyuqlanmasi elektrolizining energiyadan foydalanish darajasi 30 % dan oshmaydi. Umumam olganda elektrokimyoviy ishlab chiqarish, energiyadan foydalanishdarajasining kamligi bilan va demak elektroliz maxsulotlarining, ayniqsa metallarning tan narxini yuqoriligi bilan xarakterlanada.

Natriy ishlab chiqarish

Natriy birinchi marta **NaOH** dan elektroliz yo'li bilan G. Devi tomonidan 1807 yili olindi. 1890 yili Kastner suyultirilgan natriy ishqoridan natriy olish usulini ishlab chiqdi. 1924 yili Dauns elektrolit sifatida **NaCl** – **CaCl₂** sistemasini taklif etdi.

Natriyning er qobig'idagi zahirasi 2,64% ni tashkil etdi. Dengiz suvida uning miqdori 1,5-10¹⁶ tashkil etadi. U asosan mikrobilit (**Na₂SO₄·10H₂O**), chili selitrasi **NaNO₃**, kriolit **3NaF** . **AlF₃** va boshqa birikmalar ko'rinishida uchraydi.

Natriy xloridni elektroliz qilib natriy olish

NaCl suyuqlanmasidan elektroliz yo'li bilan natriy olishning bir qancha qiyinchiliklari bor. Asosiy qiyinchilik shundaki **NaCl**–ning suyuqlanish temperaturasi 800 °S, qaynash temperaturasi esa 880,9 °S ga teng bo'lib, bir-biriga juda yaqin va bunda hosil bo'lgan natriy bug'lanib ketadi. Bundan tashqari natriy 800 °S da elektrolit suyuqlanmasidan oson eriydi va vanna devori

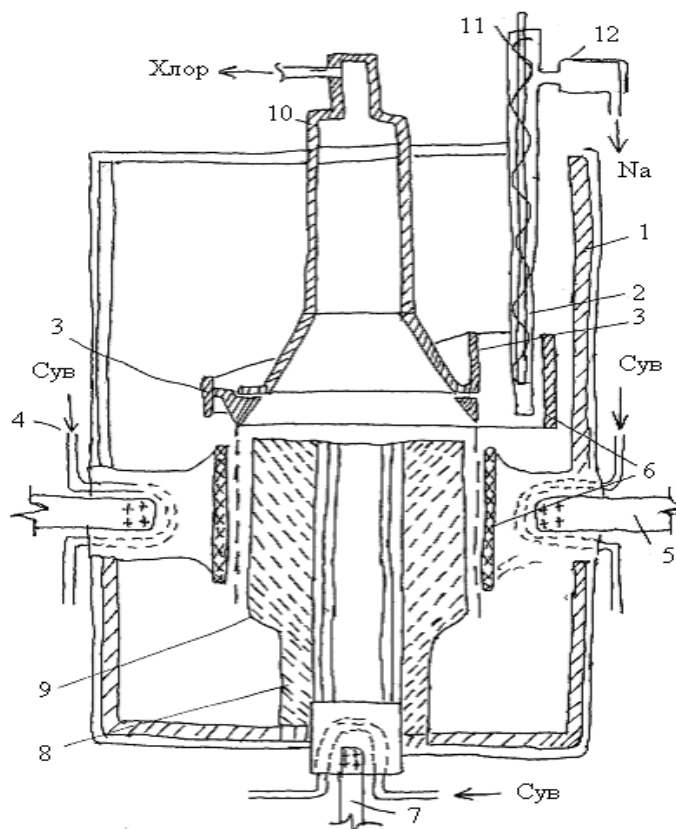
materiallari bilan reaksiyaga kirishib uni emira boshlaydi. Suyuqlanish temperaturasini pasaytirish uchun elektrolitga ayrim tuzlar qo'shiladi. Sanoatda asosan **NaCl (42%)** va **CaCl₂ (58%)** li elektrolitdan, ba'zan esa ikki komponentli elektrolit **NaCl (21-24%)** va **CaCl₂** dan foydalaniladi. 550-600 °S temperaturada natriy bir muncha kam eriydi, vanna futerovkasi bilan sekin ta'sirlashadi va bunda natriyning chiqishi ko'p miqdorni tashkil etadi.

Xloridli elektrodni avvaldan suvsizlantirish kerak, chunki kam miqdordagi namlikning bo'lishi ham grafitli anodning kislorod ajralib chiqishi tufayli buzilishiga sabab bo'ladi.

SHu tufayli natriyni osh tuzidan olish sxemasi tuzni tayyorlash va elektrolizdan tashkil topadi. Bundan tashqari fluoridli elektrolitlardan ham foydalaniladi, ular juda higroskopik va yuqori elektr o'tkazuvchanlikka egadir. Lekin asosiy e'tibor xloridli elektrolitlarga qaratilgan bo'lib, ularning suyuqlanish temperaturalari birmuncha past va suyuq holatda olingan natriyning ortiqcha qizib ketishiga yo'l qo'yilmaydi.

Metall holdagi natriy juda engil bo'lib, uning havo bilan ta'sirlashishining oldini olish uchun katod ustiga qo'ng'iroqlar o'rnatilgan bo'lib, bu erdan natriy tuba bo'ylab mineral moy solingan yig'ish qismida to'planadi.

Osh tuzi vannaga bunker orqali yuboriladi. Natriy xom ashyodagi asosiy metalli qo'shimcha kalsiy hisoblanadi. Natriy va kalsiy potentsiallari yaqin qiymatga ega ekanligi uchun kalsiyning natriydagi konsentratsiyasi 0,8 - 2,2 massa % dan kam bo'lmasligi kerak. Xom natriyni rafinlash-tindirish va filtrlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu yo'l bilan natriyni oksid va xloridlardan tozalash, natriy-kalsiyli shlamni bir biridan ajratish va talabga javob beradigan metall olish mumkin. Natriy miqdori 99,7% dan kam bo'lmasligi, kalsiy 0,15% , kaliy 0,10%, temir esa 0,001% dan kam bo'lmasligi kerak. Lekin bu yo'l bilan rafinlashda xom-natriyda ko'p miqdorda 10-15% gacha natriy-kalsiyli shlam hosil bo'ladi.



30 - rasm : NaCl ning 18-50 ka da elektrolizi.

1 - qobiq: 2 - truba: 3 - Na uchun jelob: 4 - futerovka: 5 - katod shinasasi: 6 - katod: 7 - anod shinasasi: 8 - anod: 9 - diafragma: 10 - xlor yig'ish uchun kolpak . 11-Na uchun ko'taruvchi moslama: 12 - Na ni yig'uvchi moslama.

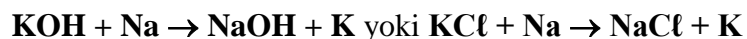
MA'RUZA № 13

MAVZU: KALIY ISHLAB CHIQARISH.

1. Kaliyni kimyoviy ishlab chiqarish usullari.
2. Xossalri, qullanilishi.
3. Ishlab chiqarish usullari
4. Elektrolizerlarning konstruksiyasi va jarayon texnologiyasi

Tayanch atama va iboralar: *elektrolit, dissosialanish, ionlar, elektroliz, elektrod, katod, anod, elektr toki, kuchlanish, potensial, distillyasiya.*

Kaliy olish. Hozirgi vaqtda texnologik amaliyotda kaliy almashinish usuli va suyuq qo'rg'oshinli katodda elektroliz usuli bilan olinadi. Almashinish usuli quyidagi reaksiyaga asoslangan



Birinchi jarayon nisbatan past 430 - 450⁰ S temperaturada sodir bo'ladi va bunda foydalaniladigan kaliy gidroksidi ancha qimmat va kamyob hisoblanadi.

KOH suyuqlanmasi juda korroziyaga oson kirishadi. Barcha apparatura nikel yoki legirlangan po'latdan tayyorlangan bo'lishi kerak.

Elektroliz usulida kaliy olishda elektrolit sifatida **KCl -H₂CO₃** suyuqlanmasidan foydalaniladi. Elektroliz 700⁰S da olib boriladi, bunda tokning katod zichligi 0,3 kA/m² ga, kuchlanish 7 V ga yaqin bo'ladi.

Tarkibida 7-8% kaliy bo'lgan qotishmalar distilyasiyaga yuboriladi. Kaliyning qotishmadagi miqdori 3-4% ga etguncha u quruq holatda haydaladi. Kaliy vakuum sharoitida 13,3 Pa bosim ostida haydaladi. Bug'latgichdagi temperatura 630 – 670⁰S, kondensatordagisi esa 180 – 200⁰S ga teng bo'lishi kerak.

Kaliyning solishtirma bug'lanishi 14-16 kg/m² soat ga teng bo'ladi. 1 t kaliy olish uchun 2,5 t ga yaqin **K₂CO₃** 15 kv t/s elektr energiyasi sarflanadi. Normativ bo'yicha kaliyning miqdori 97% dan, natriyning 2% dan, qo'rg'oshinniki esa 0,8% dan kam bo'lmasligi kerak.

Litiy - kumushsimon - **oqish metall**, boshqa ishqoriy metallarga nisbatan kimyoviy jihatdan kamroq aktivlikka ega. Metall holidagi litiy xloridli suyuqlanmalarni elektroliz qilib olinadi. Elektrolit sifatida **LiCl-KCl** suyuqlanmasidan foydalaniladi. Elektroliz temperaturasi 400–430⁰S. Sanoat elektrolizyorlari 600-2000A tok kuchida ishlaydilar.

Katod kam uglerodli po'latdan, anod esa grafitdan yasaladi. Elektrodlar orasidagi masofa 11-18 sm ni tashkil etadi. Katodli fazo anodli fazodan pastki tomoni po'lat turli diafragma bilan ajratilgan. Metall litiy katodli zonadan to'rsimon qoshiq bilan olinadi. Katoddi tok kuchi 20-50 kA/m² ni, anodda esa 8-15 kA/m² ni tashkil etadi, tok bo'yicha chiqish 90-93% ni tashkil etadi. Litiyni boshqa begona qo'shimchalardan tozalash uchun u qayta suyultiriladi va vazelinli yoki parafinli moy qatlami tagida tindiriladi. Natriy va oksidlardan tozalash uchun litiy quyi temperaturada filtrlanadi. Temperatura pasaytirilganda bu birikmalar cho'kmaga tushadi. Litiyni yanada yaxshiroq tozalash uchun u titan yordamida qaytariladi.

Litiyni natriy va kaliydan tozalash uchun ular gidridlarining turlicha uchuvchanlikka ega ekanligidan foydalaniladi. Vodorodli atmosferada 800⁰S gacha temperaturada litiy qizdirilganda kaliy va natriy gidroksid qoladi. Vakuum ostida qizdirish yo'li bilan uni metall va vodorodga parchalanish mumkin. Amaliyotda metall holidagi litiy olish uchun elektrolizdan tashqari metall keramik jarayonlardan ham foydalaniladi.

Ishqoriy er metallari asosan suyultirilgan tuzlarni elektroliz qilish yoki metallotermik usulda olinadi.

Texnologik amaliyotda kalsiy kalsiy xlorid va kaliy xloridlarni elektroliz qilib olinadi. Bunda katod sifatida mis-kalsiyli katoddan, anod sifatida esa grafitdan foydalaniladi.

Misning suyuqlanish temperaturasi juda yuqori bo'lib undan suyultirilgan katod sifatida foydalanib bo'lmaydi. Lekin misning kalsiy bilan hosil qilgan qotishmasining suyuqlanish temperaturasi oralig'i 700-720 °S ni tashkil etadi.

Boshlang'ich katodli qotishma tarkibida 30% gacha **Ca** bo'ladi, lekin elektroliz jarayonida qotishmadan kalsiy miqdori 63-65% gacha etkazilishi mumkin. Bunday qotishma vakuumda distillyasiyalovchi qurilmaga tushib 1180 °S temperaturada kalsiy miqdori 30-35% ni tashkil etadi. Elektrolit sifatida **CaCl₂** va **KCl** aralashmasidan foydalaniladi. Katodli qotishma qoplami balandligi 5-20 sm, elektrolit qatlami kalitligi esa 20-24 sm, elektrodlararo masofa 1-4 sm, vannadagi kuchlanish 8,5-10 V ga teng, tok kuchi 18-24 ka ga teng.

MA'RUZA № 14

MAVZU: NATRIY VA KALIY ISHLAB CHIQRISHDA TEXNIKA XAVFSIZLIGI QOIDALARI

Suyuqlanmalarni elektroliz qilishga asoslangan sanoat sexlarini loyihalashtirish va ulardan foydalanishda ularga xuddi suvli eritmalarni 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 fluor, 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 fluor tutuvchi va boshqa mahsulotlar ajratib olinadi.

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

Eski korxonalarini 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 fluorid-glinozemli shixtani yuklash, vannaga to'liq mexanizasiyalashtirilgan 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 fluoridlar tutuvchi chiqindi gazlarning alyuminiy oksidi qatlamiga adsorbilanishiga asoslangan quruq holatdagi usul kengroq tarqalmoqda. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, bunda gazsimon fluor ham, har qanday temperaturada fluorning 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.

MAVZU: FTORNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRISH.

1. Xossalari, qullanilishi, ishlab chiqarish usullari.
2. Elektrolizerlarning konstruksiyasi.
3. Elektroliz texnologiyasi
4. Ftorni tozalash, tashish va saklash.
5. Ftor ishlab chiqarish texnologik tizimi.
6. Texnika xavfsizligi

Tayanch atama va iboralar: *elektrolit, dissosialanish, ionlar, elektroliz, elektrod, katod, anod, elektr toki, kuchlanish, potensial, distillyasiya.*

Elektrokimyoviy usulda ftor ishlab chiqarish

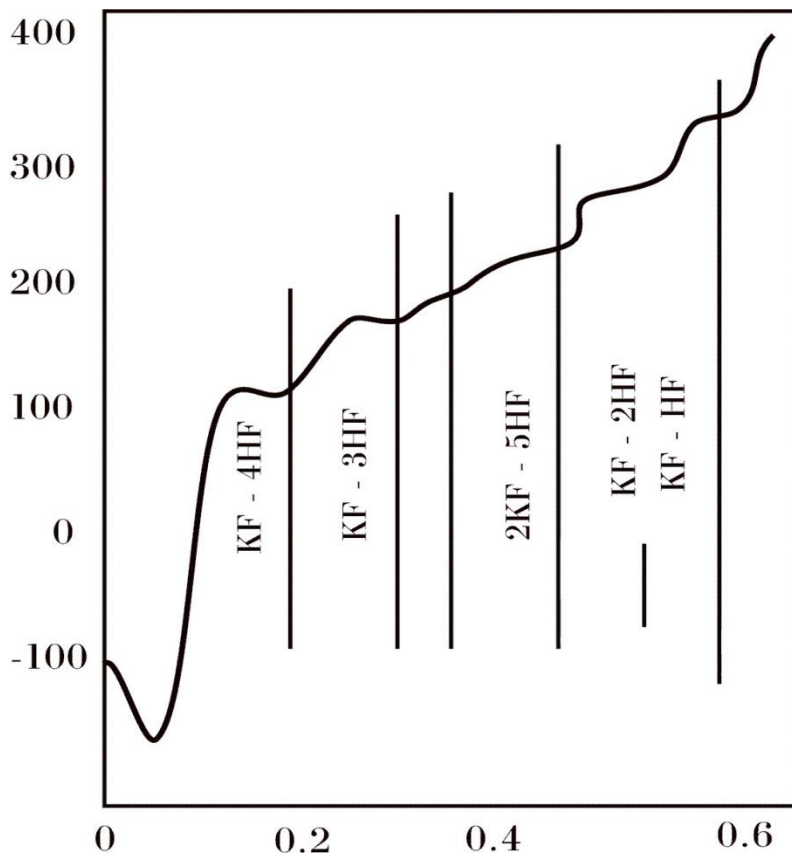
Ftor birinchi marta **1886** yilda **Muasson** tomonidan ftor kislotasi va kaliy ftorid aralashmalaridan platinali idishda va platina elektrodlarda elektroliz qilib olgan. Sanoatda ftor olish 1950 yillarda elektrod va elektrolit materiallar maqul hisoblanganda amalga oshirilgan. Ftorning ko'p sonli minerallaridan faqat ikkitasi sanoat ahamiyatiga ega: dala shpati (**CaF₂**) va kriolit.

Ftor - eng aktiv kimyoviy element. U barcha elementlar bilan birikmalar hosil qiladi, hattoki kislorodni ham oksidlaydi. **Ftorni** har xil usullarda olishga harakat qilindi, biroq bu gazni sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun eng foydali usul tuz suyuqlanmasini elektroliz qilish usulidir.

Ftor davriy sistemadagi barcha elementlar, hamda ularning tuzlari va oksidlari bilan ham tez reaksiyaga kirishadi. Ko'pchilik organik birikmalar ftor atmosferasida alanganib yonib portlash bilan reaksiyaga kirishadi. Biroq ayrim metallar (**Cu, Fe, Cr, Ni, Ag** va **Cu**) amalda ftor bilan ta'sirlashmaydi, chunki ularning sirtida mustahkam ftorli himoya qatlami hosil qiladi.

Ftor va **vodorod** ftorid ma'lum qismi **ftororganik birikmalar**, xususan keng qo'llaniluvchi **ftoroplast-3 (triftor xlor etilen)** va **ftoroplast-4 (tetraftoretlen)** ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. **Ftoroplastlar** agressiv muhitda ham juda turg'un bo'lib, viniplastga nisbatan ham yuqori temperaturga chidamli hisoblanadi. Ftor yana erituvchilar va moylovchi ishlab chiqarish uchun ham foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda fluor olish uchun elektrolit sifatida **KF** va **HF** aralashmasi xizmat qiladi. 31-rasmda suyuqlanish diagrammasida, sistemada qator kongruet suyuqlanuvchi birikmalar hosil bo'ladi.



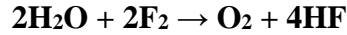
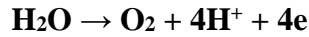
31 – rasm. Sistemaning **KF – HF** -suyuqlanish diagrammasi.

Toza **HF** tok o'tkazmaydi, hosil bo'lgan **HF-KF** aralashmasining kislotali tuzlari dissosialanadi va sezilarli darajada elektr toki o'tkazishi bilan xarakterlanadi. Sanoatda triflor kaliy ko'proq qiziqish uyg'otadi. U nisbatan past temperaturada suyuq holatda joylashgan bo'ladi.

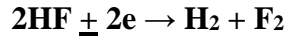
Amaliyotda elektroliz uchun ikki tarkibli elektrolitlardan foydalaniladi. Birinchisi past temperaturali elektroliz (elektrolit temperaturasi 25 °S) tarkibida **KF** va **HF** elektrolitlar bilan ishlaydi, ikkinchisi yuqori temperaturali elektroliz (≈ 100 °S) tarkibida **KF · 2HF** elektrolitlari bilan.

Elektrolitdagi kaliy floridni boshqa metall floridlariga o'rnini almashtirish harakati foydasiz bo'lib chiqdi. Faqat **LiCl** dan 2% gacha qo'shish jarayonga yaxshi ta'sir qilishi aniqlangan. **Fluor** sifati va **tok** bo'yicha uning unumi elektrolitdagi aralashmalar (namlik, sulfatlar, xloridlar va silikatlar) borligiga bog'liq.

Namlik ishtirokida elektrolitda quyidagi reaksiyalar o'tishi mumkin.



Ftorning 25 °S da standart ajralish potentsiali 2,85 V ga teng. Elektroliz umumiy reaksiyasi

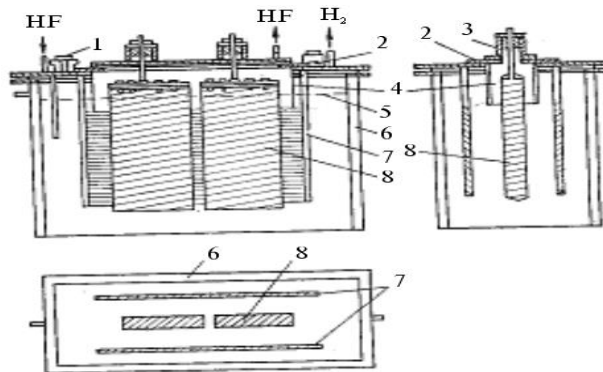


Elektrolizyorlar nisbatan yuqori kuchlanishda (8-12 V) ishlaydi, bu elektrodalarda sezilarli o'ta kuchlanishga asoslangan. Anod sirt yuzasi elektrolit bilan yomon namlanishiga sabab, usti qattiq uglerod ftoridlar bilan yupqa qatlam qoplanishi bilan bog'liq. Anodda gaz pufakchalarining ajralib chiqishi ham anodning ma'lum qismi elektrolitda ekranlashishga olib keladi.

Temperatura va tok zichligini qisqa vaqt tushirish elektrodning elektrolitda namlanishiga yaxshi ta'sir qiladi va anodli effektni so'nishiga olib keladi. Bunday holatda elektrodning yupqa qattiq uglerod ftorid qatlamidan ozod bo'lishi bilan bog'liqdir.

Amaliyotda yashikli turdagi elektrolizyor keng tarqalgan va unda elektrodlar parallel joylashadi. Elektrolit **KF·2HF** uchun katodlar yumshoq po'latdan, **KF·HF** elektroliti uchun katod mis yoki magniy qotishmasidan yasaladi. Anodlar ko'mirdan yasalib elektrolizyorning tepasidan osilgan bo'ladi. Ular qo'ng'iroqlar bilan o'ralgan, undan ftor gazi yig'ib olinadi. Qo'ng'iroqlar elektrolitga 100-150 mm ga tushirgan va ftorning katod bo'shlig'iga kirishini to'xtatadi. **HF** sarfi maxsus trubalar orqali to'ldirilib turiladi. 32-rasmda shunday elektrolizyor ko'rsatilgan.

HF gazi elektrolitga kiritiladi. Vanna katod bo'shlig'idan vodorodni chiqarish uchun trubalarga ega va ftor qo'ng'iroq ostidan chiqarib olinadi. Ko'mir anoddan tok o'tkazish mis simlar orqali amalga oshiriladi.



32-rasm. Ftor olish uchun elektrolizyor.

1 -saqllovchi klapan; 2 -izolya siyalangan prokladka; 3 -anoddagi izolyator; 4 -diafragma boshi; 5 -elektrolit sathi; 6 -bug' havoli ko'ylak; 7 -katodlar; 8 -anodlar.

MAVZU: ALYUMINIYNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRARISH

Reja:

1. Xossalari, qullanilishi va ishlab chiqarish usullari
2. Alyuminiy va magniyni ishlab chiqarish uchun xom ashyo va ularni tayyorlash.
3. Glinozem ishlab chiqarish
4. Alyuminiy va magniy ishlab chiqarish uchun elektrolizerlar va texnologik tizimi
5. Bayer usulida glinozem olish sxemasi

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

Alyuminiy ishlab chiqarish

Alyuminiy birinchi marta 1827 yili Velyor tomonidan metall holidagi kaliyni alyuminiy xloridga ta'sir ettirib olindi. Hozirgi vaqtda alyuminiy yiliga million tonnalab kriolit suyuqlanmasidagi **alyuminiy oksid eritmasini elektroliz** qilish yo'li bilan olinadi.

Alyuminiyni elektrolitik usulda olish usuli hozirgi vaqtgacha o'zgarishsiz saqlanib kelmoqda, lekin uning texnik jihatdan reagentlantirilishi ancha o'zgaradi.

Alyuminiy ishlab chiqarish uchun xom ashyo olish

Alyuminiy olishda boshlang'ich xom ashyo bo'lib uning kremniyli qotishmalari boksit, nefelin, alunite va kaolinlardan foydalaniladi, shulardan muhimi boksit bo'lib, unda **30 dan 60-70% gacha Al_2O_3 , 1-15% SiO_2 , 2-35% Fe_2O_3 va 24% TiO_2** bo'ladi.

Nefelin apatit - nefelinli jinslar tarkibiga kirib, uning asosiy komponentlari apatit **$3Ca_3(PO_4)_2 CaF_2$** va nefelin **$(Na,K)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$** hisoblanadi.

Bu komponentlarni ajratish uchun xom ashyo flotasiya usulida boyitiladi va bunda apatitli konsentrat ham glinozem ishlab chiqarish uchun qimmatli xom ashyo hisoblanadi.

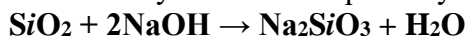
Glinozem ishlab chiqarish

Elektrolitik usulda alyuminiy olishda muhim bosqichlardan biri sof alyuminiy oksidi olishdir. Sof alyuminiy oksid olishning usullarini uchta guruhga bo'lish mumkin: **ishqoriy, kislotali va elektrotermik**. SHulardan birinchisi ko'proq ishlatiladi.

Alyuminatli eritmalarning parchalanishidan alyuminiy gidroksid hosil qilinib, u yana qizdirilganda alyuminiy oksidini hosil qiladi. Birinchi marta bu usul K.I. Bayer tomonidan taklif etildi. Bu usulda glinozem ishqorli eritmalarda 160-170 °S temperaturada va 3-4 kgs/sm² bosimda alyuminatli eritma hosil qilish bilan olib boriladi va undan alyuminiy gluorksid ajratib alinadi.

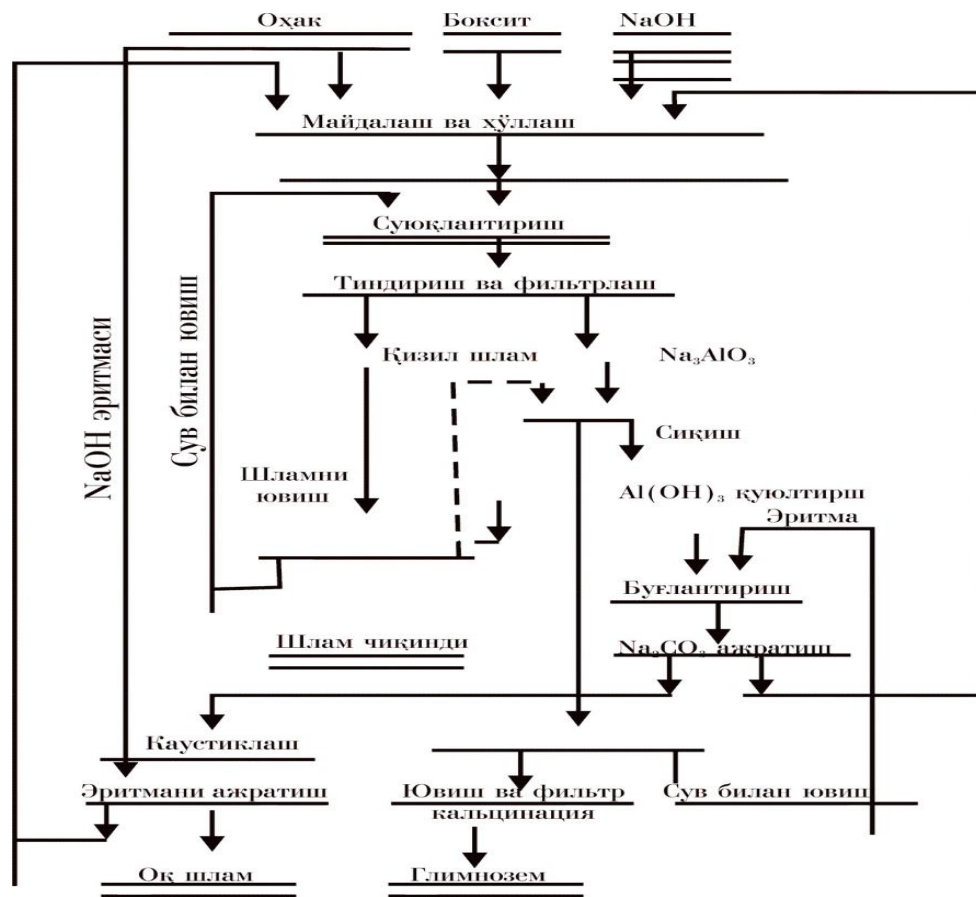
Boksit ishqor eritmasida maydalanib, hosil qilingan pulpa avtoklavlariga beriladi va **40% li NaOH** eritmasi bilan 2-3 soat davomida ishlov beriladi. Bunda boksit tarkibidagi alyuminiy gidroksid eriydi: **$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$**

Boksit tarkibidagi kremnezem ham natriy silikat hosil qilib eriydi:



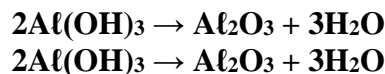
SHundan keyin natriy silikat alyuminat bilan reaksiyaga kirishib, erimaydigan natriyli alyumosilikatni hosil qiladi:





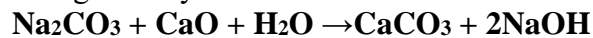
1 - rasm. Bayer usulida glinozem olish sxemasi

Natriy alyuminatning gidrolizlanishi $Al(OH)_3$ ning cho'kmaga tushishi bilan tezlashadi. Ajralib chiqqan alyuminiy gidroksidi so'ngra aylanma silindrsimon pechlarga $1300^{\circ}S$ gacha temperaturada kuydiriladi:



Alyuminiy gidroksidi cho'ktirilgandan keyingi eritmada $NaOH$ va Na_2CO_3 lar bo'ladi.

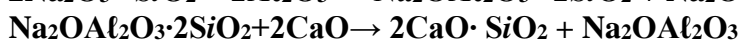
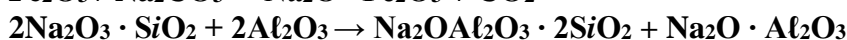
$NaOH$ ning havodagi uglerod (IV) oksidi bilan karbonizatsiyalanishidan hosil bo'lgan soda ishqorni ajratib olish maqsadida regeneratsiyalanadi:



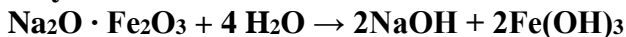
$NaOH$ eritmasi bug'latilgandan keyin texnologik jarayonga qaytariladi.

Pishirish usuli. Bu usulda tarkibida kremniy miqdori ko'p bo'lgan boksitlarga ishlov berilib, ularni bog'lash uchun reaksiya aralashmaga ohaktosh qo'shiladi. Boksitlarni soda va ohaktosh bilan birgalikda pishirish silindrsimon aylanma pechlarda amalga oshiriladi. Hosil bo'lgan aralashma sovutiladi va suv bilan yaxshilab yuviladi. Natriy alyuminat eritmaga o'tadi, cho'kmada esa kremnezem ikki kalsiyli silikat, temir gidroksidi va kalsiy titanat ko'rinishida quyidagi asosiy reaksiyalar sodir bo'ladi.

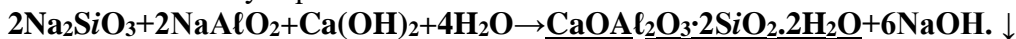
Pishirishda:



Suyultirishda:



SiO_2 cho'kmasini yo'qotish



karbonizasiya



Kalsinasiyalanish



SHunday qilib, pishirish jarayonini alyuminiyning eruvchan eritmalari hosil bo'lishiga qulay sharoit yaratadigan va kremnezemning eritmaga o'tashiga imkon bermaydigan sharoitda olib borish kerak bo'ladi. Bundan tashqari hosil qilingan qattiq holdagi pishgan massa sovutilgandan keyin oson maydalanishi kerak.

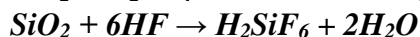
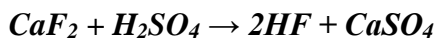
Pishirish rejimini to'g'ri olib borishda shixtaning tarkibi va temperatura ham hal qiluvchi rol o'ynaydi. Kerakli birikmalarni olishda komponentlarning ma'lum nisbatdan bo'lishi muhim ahamiyatga ega. Bular odatda $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1:1$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 = 1:1$; $\text{SiO}_2 : \text{CaCO}_3 = 1:2$

Kuydirish temperaturasi odatda 1000-1200 °S da ushlab turiladi; temperatura yana ko'tarilsa ikki kalsiyli silikat yana qaytadan shixta komponentlari bilan birikib, yo'qotishlarni yanada oshiriladi. Pastroq temperaturalarda esa ikki kalsiyli silikat umuman hosil bo'lmaydi, bunda natriy alyumosilikatdagi alyuminiyning ko'p qismi yo'qoladi.

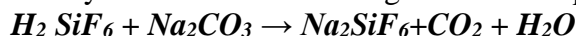
Kriolitni olish

Simtetik kriolit olish plavik shpatiga sulfat kislota bilan termik ishlov berish, (350 °S da silindrsimon aylanma pechlarda), pechdagi gazlarni suvga yuttirish, eritmani kremniy kislotasidan tozalash va kriolitni ajratib olish.

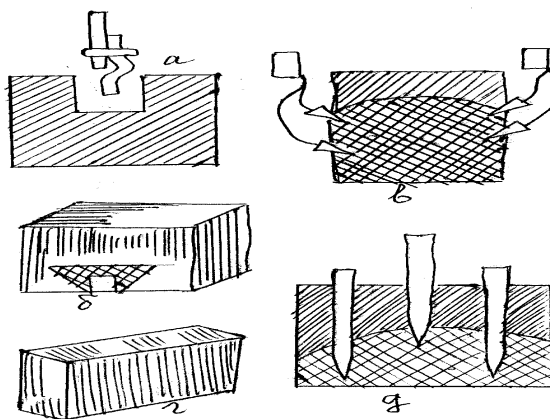
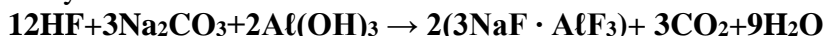
Jarayonning asosiy reaksiyalari:



Hosil bo'lgan eritmani kremniydan tozalash uchun unga ma'lum miqdorda soda qo'shiladi:



Qiyin eruvchan Na_2SiF_6 ajratib olinadi, qolgan eritma esa plavik kislota bilan ortiqcha sodada neytrallanadi va kriolit olinadi:



2 -rasm. Alyuminiy ishlab chiqarishda qo'llaniladigan elektrod turlari.

a-anod bloki: b - katod bloki: v - yonaki tok o'tqazuvchili o'zi yonar anod: g - yonaki plita: d - yuqoridan tok o'tkazuvchili o'zi yonar anod.

Elektrodlar va boshqa materiallar

Elektrodlar yordamida elektr toki shixta yoki elektrolitga beriladi. SHu sababli elektrod yaxshi o'tkazuvchanlikka ega bo'lishiga va kimyoviy jihatdan barqaror yuqori darajada toza bo'lishi kerak. Ko'mirli elektrodlarning ikki xili mavjud: kuydirib presslangan va o'z-o'zicha kuydirilgan.

Elektrod massasini ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan shixta tarkibiga qattiq holdagi uglerodsimon materiallardan tashqari ma'lum nisbatda yumshatuvchi materiallar toshko'mir smolasi va toshko'mir smolasini fraksiyalab haydash mahsuloti qo'shiladi, uning yumshash temperaturasi 65-75⁰ S.

Kriolit – glinozemli suyuqlanma elektrolizi

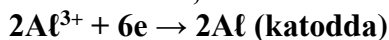
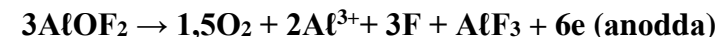
Glinozemning elektroliz jarayonida inert elektrodlar bilan kislorod ishtirokidagi elektrolizni $2Al_2O_3 \pm 6e \rightarrow 4Al + 3O_2$ ko'rinishida ifodalash mumkin.

Sanoat elektrolizyolarida glinozemning parchalanish reaksiyalarini quyidagicha ifodalash mumkin:

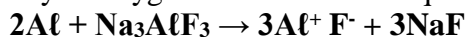


Bu reaksiyalar EYUK qiymatlari mos ravishda 1,167 va 1,634 v ga teng. Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, EYUK glinozem va kriolitning dissosilanish harakteriga bog'liq bo'lmasdan, ftor tutuvchi ionlarning suyuqlanmadagi nisbiy miqdori, kislorod tutuvchi ionlarnikidan ancha yuqoridir.

Tokning kam zichlikka ega bo'lgan qiymatlarida anionlarning zaryadsizlanishi sirtning birmuncha aktiv uchastkalarida sodir bo'ladi va komplekslarning parchalanishi CO₂ ning desorbsiyalanishi bilan yaxshilanadi. **Kriolit - glinozemli** suyuqlanmalarda turli xil kation va anionlar mavjud bo'lishi mumkin va bu ionlarning har biri elektrolizyorda sodir bo'layotgan elektrokimyo yoki organik kimyoviy jarayonlarda ishtirok etishi mumkin. Sodir bo'lishi mumkin bo'lgan o'zaro ta'sirlashishlarni hisobga olsak, alyuminiy olishda quyidagi reaksiyalar borishi mumkin:



SHunday qilib tokni tashishda boshqa ionlar ishtirok etsa, elektrodlarda esa boshqa ionlar zaryadsizlanadi. Kriolit - glinozemli suyuqlanmaning elektrolizida tok bo'yicha chiqish 100% ga etmaydi va 85-90% ni tashkil etadi. Bu katod metalining qaytadan erishi mumkinligi bilan tushuntiriladi va bunda bir valentli alyuminiyga sub birikma hosil qiladi:



Elektrolitdagi kerakli temperatura 940-960⁰S bo'lib, uning temperaturasi shu qiymatda elektrolit orqali o'tayotgan tokdan ajralib chiqayotgan issiqlik hisobiga ushlab turiladi. Elektrodlararo masofa elektroliz jarayonida u faqatgina suyuqlanma temperaturasinigina emas balki, vannadagi o'zgarimas tokli kuchlanishni va elektrolit tarkibiga ham ta'sir ko'rsatadi. Kuchlanishni 4,2-4,5 V oralig'ida saqlash uchun elektrodlararo masofa 4-5 sm bo'lishi kerak.

Tokning kritik zichligi elektrolitda erigan glinozemning miqdoriga, anod materialiga, temperaturaga, suyuqlanmadagi SAM konsentrasiyasiga elektrolit tarkibidagi erimay qolgan muallaq glinozem miqdori va boshqa faktorlarga bog'liq.

Elektrolit tarkibi

Glinozem va elektrolit - elektrolitning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Kriolit glinozemli suyuqlanmalar elektr o'tkazuvchanligi, to'yingan bug' bosimining nisbatan katta emasligi bilan

xarakterlanadi. Elektrolit zichligi alyuminiyli suyuqlanma zichligidan kichik bo'lganligi uchun katod sifatida alyuminiydan foydalanish imkonini beradi.

Alyuminiy olishda elektrolit tarkibidagi **NaF va AlF₃** larning nisbati har doim kriolit tarkibiga mos kelmaydi, chunki har ikki fluorid ham qisman bug'lanadi yoki bir qancha oraliq reaksiyalarga kirishadi. Alyuminiyning elektroliz qilish amaliyotida elektrolit tarkibi **NaF: AlF₃** larning mos nisbatlari bilan ifodalanadi.

Kriolit uchun u uchga teng; **AlF₃** ning miqdori ortiqcha bo'lsa, bu nisbat uchdan katta.

Elektrolitlarning suyuqlanish temperaturasini pasaytirish, alyuminiyning yo'qolishini kamaytirish uchun **CoF₂** dan tashqari **MgF₂ + CoF₂** ning 10-12 massa% miqdorda **MgF₂ + CoF₂** ham qo'shiladi. Ishqoriy elektrolitlarda, alyuminiy bilan birgalikda katodda natriy ham ajralib chiqishi mumkin. Kriolit zichligini (g/sm³ larda) quyidagi ifodadan topish mumkin.

$$P_t = 2,112 - 0,93 \cdot 10^{-3} (t-1000)$$

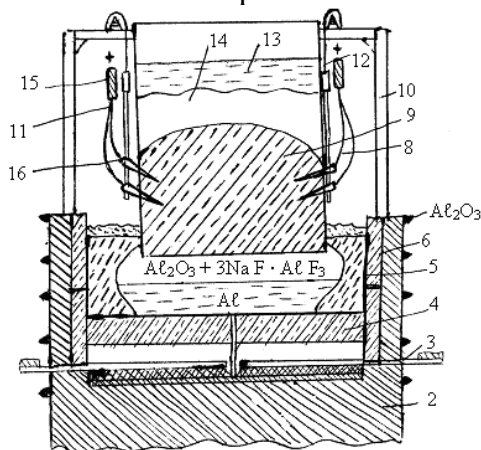
Elektrolitga **NaF** va **AlF₃** qo'shilganda suyuqlanma zichligi pasayadi, **CoF₂** qo'shilganda esa ortadi. Suyuq holdagi alyuminiyning temperaturaga bog'liqligi $P_t = 2,382 - 0,273 \cdot 10^{-3} (t-659)$ ifodadan topiladi.

Elektrolitning yopishqoqligi uning tarkibidagi glinozem miqdoriga bog'liq.

Kriolit tarkibida **Al₂O₃** massasi 10% bo'lsa, suyuqlanma yopishqoqligi 1000 °S dagi kriolit yopishqoqligidan 23% gacha ortadi. Elektrolitning barcha fizik-kimyoviy xossalari **Al₂O₃** miqdoriga bog'liq bo'lib, uning miqdori elektroliz jarayonida o'zgarib turadi. SHunday qilib **Al₂O₃** miqdori kamayishi bilan kristallanishining boshlanish temperaturasi, elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi ortadi, uning yopishqoqligi esa kamayadi.

Elektrolizyorlarning tuzilishi va ulardan foydalanish

Alyuminiy sanoatining rivojlanishi bilan elektrolizyorlarning konstruksiyalari ham birmuncha o'zgarib bormoqda. Zamonaviy elektrolizyor beshta asosiy qismdan iborat bo'lib, u vanna korpusi, katod, anod, anodli tok berish va katodli tok berish qismlaridan iborat.



3-rasm. O'zi yonuvchi anodli elektrolizyor.

1 – cho'yan quyma; 2 - shamotli g'isht; 3 - sterjen; 4 - ko'mirli blok; 5 - gar nissaj; 6 - ko'mir plitka; 7 - serpa; 8 - egiluvchan shinalar; 9 - anod; 10 - anod uchun ustun; 11 - anod ramasi; 12 - suyuq massa; 13 - hamirsimon massa; 14 - mis shina; 15 - shtir*.

Vanna korpusi po'lat listlardan va shvellerdan yasalgan bo'lib olov bardoshli g'ishtdan yasalgan poydevorga ankerli bol'tlar bilan birlashtiriladi. Katod sifatida suyultirilgan alyuminiydan foydalanilib, u elektrolizyor tagida qalinligi 0,1-0,2mm li qatlam ko'rinishida bo'ladi. Anod sifatida elektrolizyorlarda ko'mirli bloklardan foydalaniladi. Ko'p anodli elektrolizyorlar hozirgi vaqtda bir elektrodli bilan almashtirilmoqda. Hozirgi vaqtda korxonalarda **S8B** va **S8BM**

* Ажраладиган кисмларни бир-бирига мустахкамловчи мослама

rusumli takomillashtirilgan elektrodlar o'rnatilmoqda. Alyuminiy olishga mo'ljallangan zamonaviy elektrolizyor uzluksiz ishlashga asoslangan bo'lib, ishlab turgan paytda uni uzluksiz elektrolitning yangi porsiyasi bilan ta'minlab turish kerak va elektroliz mahsuloti – alyuminiy va gazlar ajratib olinadi.

Alyuminiy olishda glinozem sarf bo'ladi. Vannani ishlash rejimining asosiy ko'rsatkichlaridan biri anodli effektlar chastotasining hosil bo'lishidir. Bu esa kuchlanishning temperatura va energiya sarfining ortishiga sabab bo'ladi. Anodli effekt vannada qorishilayotgan glinozem miqdori o'zgarganda paydo bo'ladi va vanna ishini nazorat qilish usullaridan biri hisoblanadi.

Katod metali sathining balandligi o'zgarimas holda ushlab turiladi. Hosil qilingan alyuminiy vannadan vakuum- kovsh orqali sefon yordamida chiqariladi. Metall ajratib olingandan keyin vanna tubida qolgan uning qatlami qalinligi 10-15 sm bo'lishi kerak bo'lib, bu vannaning normal ishlashini ta'minlaydi. Elektrolit temperaturasi har doim 940-960 °S atrofida ushlab turiladi. Bu rejim elektrodlararo masofaning yoki tok kuchining o'zgarishi, vannadagi alyuminiy miqdorining va elektrolit solishtirma qarshiligining o'zgarishi bilan tushuntiriladi.

Zamonaviy elektroliz sexlarida vannalar ikki yoki to'rt qator qilib joylashtiriladi.

Agregatlarning quvvati ortib borishi bilan solishtirma kapital mablag'lar kamayadi, mehnat unumdorligi ortadi. Hozirgi vaqtda sexdagi sarf harajatlarning 80% ko'prog'i xom ashyo asosiy materiallar va elektr energiyaning ulushiga mos bo'ladi.

Alyuminiyni rafinlash

Elektrolizm vannalaridan ajratib olingan alyuminiy ko'pincha oxirgi mahsulot bo'lmasdan, uni **alyuminiyli xom ashyo** ham deyiladi yoki **qora alyuminiy** deyiladi. Unda aralashma ko'rinishida gazlar aralashmasi (N₂), glinozin ammoniy kartid yoki nitrit, uglerod va ayrim metallar bo'lishi mumkin. Aralashmalar alyuminiyning mexanikaviy xossalarini yomonlashtiradi va uning elektr o'tkazuvchanligini kamaytiradi.

Natriy va boshqa ishqoriy, ishqoriy er metallaridan alyuminiy tozalash uchun u xlorlanadi. Bu aktiv metallar birinchi navbatda xlor bilan birikadilar va xloridlar ko'rinishida suyultirilgan alyuminiy sirtiga qalqib chiqadi.

Bundan tashqari xlorlash jarayonida alyuminiydan unda erigan vodorod va boshqa bir qancha gazlar ham yo'qotiladi.

Xlorlash jarayoni **750-770°S** temperaturada **10-15 daqiqa** davomida olib boriladi. **1 t** alyuminiyli xomashyoga **0,3-0,5kg** xlor sarflanadi. Xlorlangandan keyin metall **5-10** daqiqa davomida ushlab turiladi va shlak yo'qotiladi. Gazlar va metallmas aralashmalardan qo'shimcha ravishda tozalash uchun xlorlangan metall tindirgichga tushiriladi va bu erda begona moddalargina yo'qotilmasdan, balki (alyuminiyning tarkibi ham) turli vannalarda hosil qilingan alyuminiyning tarkibi o'rtacha holatga keltiriladi.

Rafinlash pechlarida tarkibni yaxshi tanlash va uning temperaturasini tenglashtirishdan foydalaniladi. Sanoatda elektrolitik rafinlash jarayoni uchta suyuqlik qiymatiga ega bo'lgan elektrolizyorda amalga oshiriladi. Pastki qatlam anod vazifasini bajaradi. U rafinlangan alyuminiydan tuzilgan, uni og'irlashtirish maqsadida unga 30-40% mis qo'shiladi. Anodli qutblanishda mis bu sharoitlarda erimaydi. O'rta qatlam suyultirilgan elektrolit bo'lib, u bariy, natriy, alyuminiy, kalsiy, magniy xlorid va sulfatlaridan iborat. Bunday elektrolitning suyuqlanish temperaturasi **720-730 °S** ga teng. Uchinchi, yuqori qatlam suyultirilgan rafinlangan alyuminiy bo'lib, katod vazifasini bajaradi. Anodli qatlam qalinligi V – 17sm bo'lib, alyuminiy optimal rafinasiyalash temperaturasi 760 – 800 °S, o'rtacha kuchlanish esa 5,4-5,7V ni tashkil etadi. Sanoatda alyuminiyning chiqishi 95-98% ni tashkil etadi.

Elektrolizyorning xizmat muddati 4-5 yilni tashkil etadi. Rafinlangan alyuminiy olish uchun mo'ljallangan zamonaviy sanoat vannalari 25-70 kA ga mo'ljallangan. Solishtirma o'zgarish tok bo'yicha elektr energiyasi sarfi 17370 - 19830 kVt.s/t tashkil etadi.

1 t rafinlangan alyuminiy olish uchun kerakli materiallar miqdori: alyuminiy xom ashyosi 1020-1030, grafit 12-17, mis 10-16, bariy xlorid 27-41; kriolit 16-23, alyuminiy fluorid 4-13kg ni tashkil etadi.

Alyuminiyning elektrolitik rafinatsiyalash juda energiyani ko'p talab qiladigan jarayonlardan biri hisoblanadi. Bunda talab etiladigan energiyaning 93-95% elektrolizyor issiqlik rejimini ushlab turish uchun foydalaniladi.

Solishtirma elektr energiyasining asosiy talab qiluvchi faktorlaridan biri elektrolit qatlami qalinligi va elektrolizyor yuqori qismining issiqlik izolyatsiyasi hisoblanadi.

Issiqlik balansini saqlash uchun va issiqlik bo'yicha yo'qolishlarni pasaytirish uchun qizdiruvchi kuchlanishni kamaytirish kerak.

Yarim o'tkazuvchi materiallar ishlab chiqarish uchun tozaligi **99,9999-99,999990%** li alyuminiy kerak bo'ladi. Bunday alyuminiyning elektrolitik rafinatsiyalash yo'li bilan olib bo'lmaydi. Alyuminiyning bunday yuqori darajada tozalash zonali suyuqlashtirish yoki subfluorid orqali distillatsiyalash yordamida amalga oshiriladi.

Zonali suyuqlashtirish bo'yicha tozalash aralashmalarining qattiq va suyuq alyuminiyda turlicha eruvchanligiga asoslangan.

Qotishda kristall holdagi alyuminiyda, suyuq alyuminiydagiga nisbatan kam miqdorda aralashmalar bo'ladi.

Alyuminiyning distillatsiyalash usuli alyuminiyning AlF_3 bilan o'zaro ta'sirlashuviga asoslangan bo'lib, bunda 1000-1050 °S temperaturada uchuvchan monofluorid hosil bo'ladi. Bug'simon-so'ngra «sovuq» zonaga tushib, (700-800 °S) parchalanadi.

MA'RUZA № 18

MAVZU: MAGNIYNI ELEKTROLITIK ISHLAB CHIQRISH

Reja:

1. Magniy va uning qotishmalari
2. Magniyning qo'llanilish sohalari

Magniy (Magnesium), Mg — Mendeleev davriy sistemasining II guruhiga mansub kimyoviy element; ishkoriy - yer metallarga kiradi. Tartib rakami 12, atom massasi 24,305. Tabiiy Magniy 3 ta barqaror izotopdan iborat. ^{24}Mg (78,60%), ^{25}Mg (10,11%), ^{26}Mg (11,29%). Uchta sun'iy radioaktiv izotopi (^{23}Mg , ^{27}Mg , ^{28}Mg) olingan. Magniyning 1808 i. dastlab ingliz fizigi Magniy Devi amalgama holda olgan. 1829 yilda fransuz kimyogari Magniy Byussi magniy xloridga kaliy bug'i ta'sir ettirib, Magniyning metall holda ajratib olgan. Magniyning massa jihatidan yer po'stining 2,35% ni tashkil qiladi. Magniyning 100 dan ortiq minerallari bo'lib, ulardan dolomit, [forsterit](#) yoki [olivin](#), magnezit, karnalit va boshqa ahamiyatlidir. Olivin jinslarining yuvilishidan ilonizi serpentin minerali hosil bo'ladi. Uning tolasimon turi asbest deyiladi. Ilon-izisimonlar chuqur yer osti karbonat angidrid gazlarining ta'sirida parchalanishi natijasida talk jinslariga aylanadi. Tula parchalanganda esa magnezit ($MgCO_3$)ni o'tadi. Ohaktoshlar $MgCl_2$ eritmalari ta'sirida dolomitga $MgCa(CO_3)_2$ aylanadi. O'zbekistondagi dolomit konlarining eng kattasi Samarqand viloyatida joylashgan.

Dengiz suvida 0,38%; ba'zi ko'llar suvida 30% magniy xlorid bo'ladi. Magniy kumushdek oq, yumshoq, cho'ziluvchan, yengil metall, havoda yuqori oksid parda bilan qoplanib, qoramtir tusga kiradi. Bu parda uni keyingi oksidlanishdan saqpaydi. Magniyning zichligi 1740 kg/m^3 , suyuqlashtirish

temperaturasi 650°, kaynash temperaturasi 1105°. Magniy birikmalarida 2 valentli. Kimyoviy jihatdan juda faol metall. Havoda qizdirilganda koʻzni qamashtiruvchi oq shuʻla chiqarib yonadi va oq rangli magniy oksid MgO, qisman koʻkimsiz magniy nitrit Mg₃N₂ hosil qiladi. Xona haroratida suv bilan reaksiyaga kirishmaydi. Qaynatilganda esa suvdan sekin-asta vodorodni ajratib chiqaradi. Suv bugʻi bilan 400° da shiddatli reaksiyaga kirishadi. Qizdirilganda azot, [oltingugurt](#), galogenlar va boshqa metallmaslar bilan birikadi. Suyultirilgan kislotalarda oson erib, vodorod ajratib chikaradi. Oddiy sharoitda ishqorlarning suvdagi eritmasida erimaydi. Vodorodli muhitda 400—500° gacha qizdirilganda gidrid MgH₂ hosil qiladi. Magniyni 500—600° gacha oltingugurt yoki SO₂ va H₂S bilan qizdirilganda sulfid MgS hosil boʻladi. MgF₂ himoya pardasini hosil qila olishi sababli ftorid kislotada erimaydi. Ishqoriy bikarbonat va ammoniy tuzlari eritmalarida eriydi. Magniyning barcha tuzlari rangsiz, achchiq, suvda yaxshi eriydi. Magniy koʻpgina metallar bilan qotishmalar hosil qiladi.

Magniy oʻsimlik va hayvonlar organizmining ajralmas qismidir. Baʼzi suv oʻtlari, foraminiferalar, ohakli bulutlar Magniy konsentratlari hisoblanadi (ular tarkibida 3—4% gacha Magniy boʻladi). Magniy oʻsimliklarning yashil pigmenti — xlorofill tarkibiga kiradi.

Barcha oʻsimliklarning hujayra organellarida va barcha tirik organizmlarning ribosomshritsa Magniy borligi aniqlangan. Magniy fosfat kislotatuzlari shaklida fitin tarkibida boʻladi. Odam va hayvonlar organizmi Magniyni ovqatdan oladi. Odamning bir kecha-kunduzda Magniyga ehtiyoji 0,3—0,5 g . Ovqatda Magniy tuzlari yetarlicha boʻlmasa, nerv sistemasining normal qoʻzgʻaluvchanligi, muskullarning qisqarishi buziladi. Qoramollar yemida Magniy yetishmaganda muskullari tortishib, oyoqlari rivojlanmay qoladi.

Sanoatda Magniy elektrolitik, metallotermik va ugletermik usullar bilan, lekin, asosan, MgCl, KCl va NaCl eritmalarini aralashmasini elektroliz qilib olinadi. Metallotermik usulda xom ashyo boʻlib dolomit, qaytargich boʻlib ferrosilitsiy yoki silikoalyuminiy xizmat qiladi. Ugletermik usulda Magniy MgO bilan uglerod aralashmasini 2100° dan yuqori haroratda germetik pechlarda qizdirib olinadi.

Pirotexnikada, metallurgiyada qotishmalar, qiyin qaytariladigan metallar (vanadiy, titan, uran, sirkoniy), mustahkam choʻyan olishda, atom texnikasida, kino, fotografiya va yoritish texnikasida ishlatiladi.

MAʼRUZA № 19

MAVZU: GIDROELEKTROMETALLURGIYA

REJA:

1. Gidroelektrometallurgiyani qoʻllanish sohalari
2. Ruda va konsentratlarni kuydirish
3. Rudani qayta ishlashni avtoklav usuli

Tayanch atama va iboralar: rafinlash, elektroekstraksiya elektrolit, ionlar, elektroliz, sementasiya, choʻktirish, siqish, ekstraksiya, adsorbsiya

Gidroelektrometallurgiyani qoʻllanish sohalari

Gidroelektrometallurgiyada asosiy jarayon elektrolizdir. Koʻpchilik metallar eritmalar va suyuqlanmalaridan elektroliz qilib olinadi, lekin ayrim metallarni eritmalaridan elektroliz qilib olib boʻlmaydi. Asosan metallar rudalarni maydalab pirometallurgiya yoʻli bilan olinadi, nihoyatda toza metallar olish uchun esa, metallar **elektrolitik rafinasiyalanadi**. Bunday metallar va ular tarkibidagi qoʻshimchalar anod sifatida eritiladi va shu elektrolizyorni oʻzida katodda choʻktiriladi.

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 eritmalardan 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.



4 - 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:

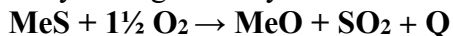
- ruda yoki konsentratni kuydirish;
- kuydirilgan mahsulotni yuvib solish;
- hosil bo'lgan eritmani begona qo'shimchalardan ajratish.

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.

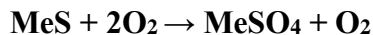
Kuydirish murakkab kimyoviy metallurgik jarayondir. Kuydirish jarayoni to'rt xil bo'ladi.

6. Oksidlab kuydirish - bu sulfidli rudalar kuydiriladi.

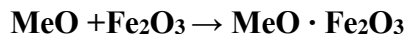
YUqori haroratda kuydirish reaksiyasining umumiy ko'rinishi:



Past haroratda sulfatli kuydirish:

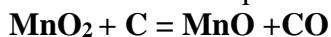


Ayrim hollarda yuqori haroratda **ferritlar**, ya'ni metall oksidi bilan temir oksidini hosil qilgan minerali – hosil bo'ladi.



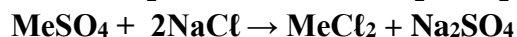
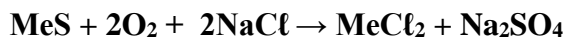
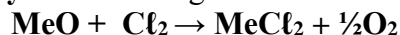
Bu modda faqat konsentrlangan kislotalarda eriydi, qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lmasligi uchun har qaysi rudani tarkibiga qarab kuydirish usullari qo'llaniladi.

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



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

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

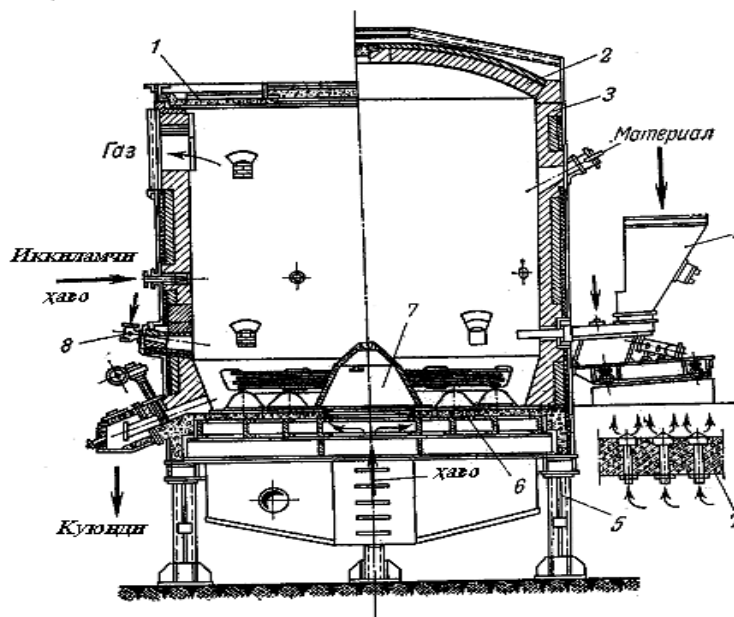


Xlorli kuydirish natijasida hosil bo'lgan xloridlar elektroliz qilish oson.

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



Kuydirish jarayoni turli konstruksiyadagi pechlarda olib boriladi: gorizontal trubali, shaxtali, o'rtada aylanuvchi valli. Yangi texnologiyalar bo'yicha gidroelektrometallurgiyada qaynovchi qavatli pechlarning turli konstruksiyalari ishlatilmoqda. Ishlash jarayoni 36-rasmda tasvirlangan.



5 -rasm. Qaynovchi qavatli pech sxemasi.

1 -issiqqa chidamli betondan chiqish; 2 -shamot³; 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.

³Panjarani ustini o'rab turuvchi qoplama

** Olovda pishirilgan oq loydan yasalgan pech qismi

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.

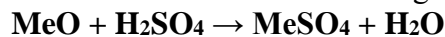
Oksidlovchi kuydirish hollarda esa gaz-tashuvchi va gaz-reagent havo hisoblanadi, ayrim hollarda boyitilgan kislorod qo'llaniladi. Qaytarib kuydirish jarayonida metall gazlari, koksokimyoviy pechlar va boshqa tarkibdagi qaytaruvchi reagentlar masalani metan tarkibli gazlar qo'llaniladi.

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.

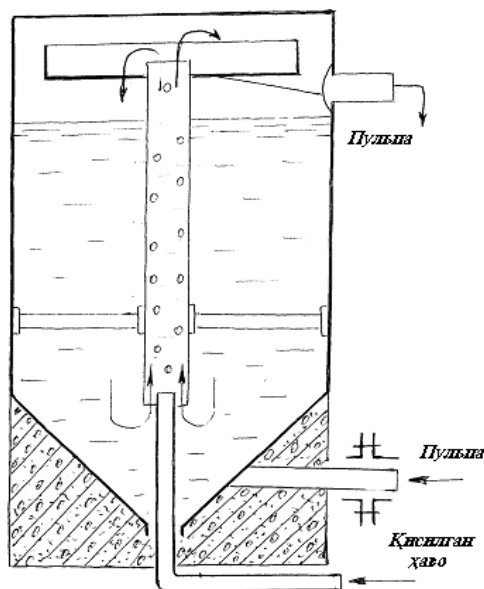
YUvish jarayoniga juda ko'p omillar ta'sir qiladi: **ruda xili, tuzilishi, yuzasining xossalari, eritmaning harorati va konsentrasiya, diffuziya** va b.

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'pa⁴ 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 eritma yuvish jarayoniga qayta-qayta yuborilsa **ko'p qavatli yuvish** deyiladi.

⁴ maydalangan va suv yoki biror erituvchida suyultirilgan ruda

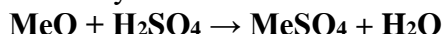


6 - rasm. Aerolift usulida ho'llash apparati sxemasi.

Rudani qayta ishlashni avtoklav usuli

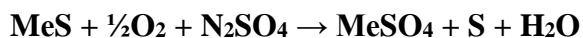
Bu usul yuqori bosim va temperaturada qayta ishlashga asoslangan bo'lib, avtoklav usulida rudani kuydirish va yuvish bir vaqtda olib boriladi. Yuqori bosim (0,5-2 mPa, va 5-20 kg sm/sm²) va harorat 100⁰S (200⁰S gacha) kimyoviy reaksiyalar tezligi tezlashadi oddiy sharoitda sodir bo'lmagan bir qancha 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

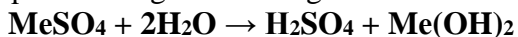
Metallarni **pirometallurgik** rafinlashda ham rudalarni yuvib eritganda ham **elektroliz** jarayoniga xalaqit beruvchi komponentlar uchraydi.

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.

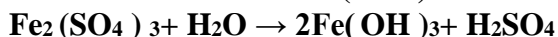
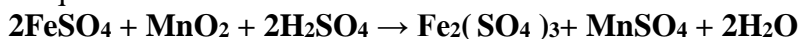
Gidroelektrometallurgiyada eritmani tozalashni bir necha usullari bor.

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.

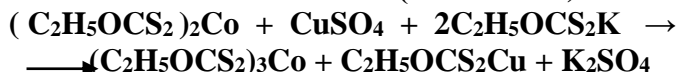
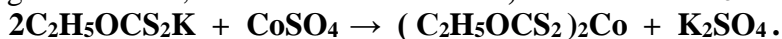


Gidroksidlar va metallarning tuzlari turli xil muhit - **pH** da eruvchanlik ko'paytmasi har xil bo'lgan birikmalar hosil qiladi.



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.

Elektrokimyoviy usul (forelektroliz) gidroelektrometallurgiyada juda kam ishlatiladi, faqat yuqori tozalikka ega metallar uchun ishlatiladi.

MA'RUZA № 20

MAVZU: MISNI ELEKTROLITIK RAFINASIYALASH

Reja:

1. Mis ishlab chiqarish usullari
2. Metallurgiyada mis elektrolizi
3. Mis ishlab chiqarishda elektrolitlarni tayyorlash

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.

Mis ishlab chiqarish usullari

Olinadigan mis metalining 80% pirometallurgik usul bilan olinib 90% olingan mis rafinasiya qilinadi.

20% mis rudasi **gidroelektrometallurgik** usulda olinib, tarkibida mis juda kam bo'lgan ruda va aralashmalardan olinadi.

Mis ishlab chiqarishda elektroliz asosiy usul hisoblanadi.

Pirometallurgik olingan konvertordagi **mis** bilan birga **oltin, kumush, selen, tellur, vismut** va aralashma sifatida temir, rux ajralib chiqadi. Bu misni sanoatda **MK – 98 – 99,6 Si** deb nomlanadi.

Xomaki olingan mis metali tozalash uchun olovli va elektrolitik rafinlanadi. Birinchi bosqichda suyuqlantirilgan mis havo yordamida qayta ishlanadi. Havodagi kislorod bilan mis tarkibidagi temir, rux, kobalt, nikel' shlak hosil qilib ajralib chiqadi. SHlakdan qolgan mis tarkibidagi oksidlardan ho'l yog'och yoki gaz bilan qaytarilib **M2 – M4** markali (**99,7% Su**) mis olinadi.

Bu mis keyin elektrolitik rafinasiyalanadi.

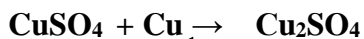
Elektrolitik rafinlashdan keyin o'ta toza mis elektrotexnika sanoatida (**MO** va **M1** markali **Si**) yuqori sifatli qotishmalar olish uchun: shlam - nodir metallar olish uchun qayta ishlanadi.

Shu usul bilan **1 t** mis olinganda undan **100 kg** oltin, **2 kg** kumush ajratib olinadi.

Misning elektrokimyoviy xossalari va elektrolardagi reaksiyalar

Misni asosan bir va ikki valentli birikmalari mavjud.

Bir valentli mis tuzlari asosan suvda erimaydi, ikki valentli mis tuzlari suvda eriydi va barqaror moddalardir. Eritmada bir va ikki valentli ionlari muvozanatda bo'ladi:



muvozanat konstantasi harorat 25⁰S bo'lganda

$$K_{25C} = a_{\text{Cu}^{2+}} + / a_{\text{Cu}} = X \cdot 10^{-6}$$

$$K_{55C} = X \cdot 10^{-4}$$

Muvozanat konstantasi shu qiymatga teng bo'lganda bir valentli mis ioni miqdori juda kam 250⁰S da 10⁻³ g-ion/l va 55⁰S da 5 · 10⁻³ g.ion/l ga teng. Elektrokimyoviy jihatdan mis juda kam kuchlanishli va juda past qarshilikka ega. Oddiy eritmalarda mis qiyin qutblanadi, shuning uchun maxsus qo'shimchalar qo'shilmasa katodda yirik kristalli cho'kmaga tushadi.

Misni elektrolitik rafinlash

Anoddagi elektroliz mahsulotlarining tarkibiy qismlari

Quyidagi jadvalda mis anoddagi (Cu 99,0-99,7%) elektroliz mahsulotlari ko'rsatilgan.

1-Jadval.

Mis anodning komponentlarining taksimlanishi.(anodda % tarkibi)

Elektroliz mahsulotlari	Cu	I guruh				
		Ag	Au	Sn	Pb	S+Se+Te
Katod materiali	88-89	2	1	1	2	2
Elektrolit	1-2	-	-	-	-	-
SHlam	0,1-0,2	99	99	99	98	98
Metallarning standart Potensial, V	+ 0,31 0,34	+0,799	+1,5	+0,01	-0,126	

Elektroliz mahsulotlari	II - guruh			III - guruh		
	As	Sb	Bi	Ni	Zn	Fe
Katod materiali	10	10	10	1,50	-	-
Elektrolit	55-75	10-70	20-30	75-100	100	100
SHlam	45-25	90-30	20-60	25-0	-	-
Metallarning standart potensiali, V	+ 0,24	+0,212	+0,226	-0,25	-0,76	-0,44

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, bulardan **II** guruh elementlari (**As, Sb, Bi**) elektrolizning hamma mahsulotlarida uchraydi. **As, Sb** va **Bi** ionlarning zaryadsizlanish tezligi katodda ozroq, ular katod materialiga boshqa yo'llar bilan tushadi.

Bu elementlar birikmalari gidrolizga moyil, natijada gelsimon cho'kindilar hosil bo'ladi: M: **Sb(OH)₃, Bi(OH)₃** lardir.

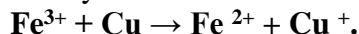
Cho'kindi yoki qattiq zarrachalar katod tomonga ko'chadi va katod qoldig'ini hosil qiladi. Bu aralashmalar: juda oz miqdorda sur'ma misning plastikligini pasaytiradi, **0,02% mish'yak** misning elektr o'tkazuvchanligini **15%** kamaytirish uchun elektrolitni kislotaligini ozgina oshirish kerak. **Pb** va **Sn** umuman erimaydi, butunlay shlam **PbSO₄** va **H₂SnO₃** holida o'tadi.

Elektrolitdagi qo'shimchalar elektrolit tayyorlangan ruda tarkibiga bog'liq. (**Ni, Fe, Zn**). Bu metallarni chegaralangan miqdori (CHMiq) nikel' va rux uchun – 20 g/l, **Fe** uchun - 5 g/l. Bu metallarning konsentrasiyasi elektrolitda ko'paysa kristall holda anodda cho'kadi, chunki anodda **Cu²⁺** konsentrasiyasi katta. Natijada anod tuzli plyonka bilan qoplanadi va erishi qiyinlashadi.

Temir ioni kislotali muhitda havo kislorodida oson oksidlanadi:



Hosil bo'lgan Fe^{3+} mis metalini oksidlaydi.



~ nikel', rux, temir elektrolitdan chiqarib tashlanishi kerak.

~ oltin, selen, tellur va kislorod anoddagi metalda sulfid, selenid, tellurid va oksid holida bo'lib, anod potensialida erimaydi va shlamga o'tib ketadi.

Nodir metallar – oltin va kumush - to'liq shlamga o'tadi: oltin anod potensialida umuman erimaydi, kumush anodda passivlanib Cl^- ionlari bilan erimaydigan AgCl cho'kmasini hosil qiladi.

Elektrolitni tayyorlash

Anod va katodda kuchlanishlar ($V_t(a)$ va $V_t(k)$) ajratilishi natijasida elektrolit mis bilan to'yinadi.

Misning qoldiq miqdori anoddan eritmaga o'tganda, metall ionlari, katodda cho'kmagan metallar (**Ni, Zn, Fe**) eritmada sulfat kislota konsentrasiyasini kamaytiradi.

SHuning uchun elektrolit tarkibini misni miqdoriga qarab, sulfat kislota va har xil qo'shimchalardan tozalanadi. Elektrolitni regenerasiyalash regenerasiyalash sexining regenerasiya bo'limida bajariladi. Regenerasiya vannalarida mis qoldiqlari elektrekstraksiya qilib, ya'ni erimaydigan anod yordamida mis kuporosining kristallari ko'rinishida ajratib olinadi. Bu mahsulotlar yana ishlatiladi.

Katoddagi mis qoldig'i (regenerasiya vannasidan) aralashmalar bilan birgalikda qayta eritishga yuboriladi. Regenerasiya vannasidagi mis konsentrasiyasi kamaygan eritmada katod potentsiali manfiy tomonga suriladi.

Katodda cho'kma holida mis bilan birgalikda mish'yak, surma va boshqalar cho'kadi, elektrolitni shu cho'kmalardan ham tozalash kerak.

Mis qoldig'i mis kuporosi holida kristalizasiya usuli bilan tozalanadi. Buning uchun kislotali eritma mis bilan to'yintiriladi. Buning uchun mis bo'lagi havo va bug' bilan qayta ishlanadi.



Olingan mis sulfat tuzi qishloq xo'jaligida ishlatiladi.

Elektroliz

Misni rafinlashda elektrolit mis tuzi va kislotadan iboratdir. Reaksiya mahsuloti – misning chiqishi tokka, eritmadagi komponentlar konsentrasiyasiga bog'liq.

Hozirgi vaqtda faqat mis elektrolizi uchun sulfat tuzlari ishlatilmoqda. Xloridlar juda yaxshi elektr o'tkazishi bilan, kamchiliklari ham ko'p.

Bularga: mish'yak va surma misda juda qiyin ajraladi, xloridli eritmalarda ular misdan oldin zaryadsizlanib katodda yig'ilib qoladi, yana eritmadagi kumush eruvchan kompleks hosil qiladi, shlamga qo'shilmaydi. Sulfatli elektrolitni tashkil etuvchi komponentlar konsentrasiyasini tanlaganda shuni hisobga olish kerakki misni konsentrasiyasi oshsa toza misni chiqishi ko'payadi, lekin mis kuporosini cho'kishi ham tezlashadi.

Eritmadagi sulfat kislotaning funksiyasi elektr o'tkazuvchanlikni oshiradi.

38-rasmda elektrolitni elektr o'tkazuvchanligini sulfat kislota konsentrasiyasi, mis ioni va temperaturaga bog'liqligi ko'rsatilgan.

Elektr o'tkazuvchanlikka oz miqdorda nikel' va rux tuzlari aralashmasi ham manfiy ta'sir etadi.

Misni o'ta kuchlanishi oz bo'lgani sababli katodda yirik kristall cho'kma hosil bo'ladi, ayrim hollarda «dendrit» va pishiq holda, ayniqsa tok zichligi yuqori bo'lsa, elektrolitda qattiq moddalar aralashmasi borligi eritmani katodga borishini sekinlashtiradi.

Bularni miqdori 10-30 g/t atrofida bo'ladi. Sulfatli elektrolitlar tarkibida doim Cl^- ionlari uchraydi, ayrim vaqtlarda Cl^- ionlari ataylab solinadi, chunki eritmadagi kumush ionlari AgCl holida cho'ktiriladi.

Misni rafinlashda elektrolitlar tarkibi har qaysi zavod uchun har xil va bir necha omillarga bog'liq: metall anod tarkibi, foydalaniladigan tok zichligi va elektrolitni sirkulyasiya tezligiga bog'liq.

Komponentlar quyidagi tartibda bo'lishi mumkin (g/l).

<i>Cu</i>	30 – 50	<i>As</i>	0,05 – 5
<i>H₂SO₄</i>	145-200	<i>Sb</i>	0,1 – 1.
<i>Ni</i>	1 – 20	<i>Bi</i>	0,005-0,02.
<i>Fe</i>	0,1 – 3	<i>Cl⁻</i>	0,01 – 0,3.
<i>Zn</i>	1 gacha		

Elektrolit quyish baki, vanna va regenerasiya bo'limlarida doim aylanib turadi. Sirkulyasiya jarayonida isitiladi, filtrlanadi, tozaligi oshiriladi.

Tok zichligi, anodning tozaligi va boshqa faktorlarga qarab, sirkulyasiya tezligi 0,17-0,4 l/A.s bo'lib, 2-9,5 soatda vannadagi elektrolit to'liq almashadi.

Misni rafinlashda harorat optimal bo'lishi, ya'ni elektr o'tkazuvchanlikni pasaytirib, eritma sexda bug'lanib ketmasligi kerak. Harorat yuqori bo'lsa anodni erishi tezlashib ketadi.

Harorat 55⁰S dan oshmasligi kerak.

Anodni erishi, mis metalini chiqishi tok zichligiga bog'liq. Agar xomaki mis anodda har xil aralashmalar ko'p bo'lsa anod shuncha passivlashib qoladi, tok ko'p sarflanadi.

Tok qancha ko'p berilsa olinayotgan mis ifloslanib chiqadi, shuning uchun tajribalar, sinovlar yordamida eng optimal tok zichligini tanlash kerak. Hozirgi vaqtda **160-260 A/m²** tok qo'llaniladi.

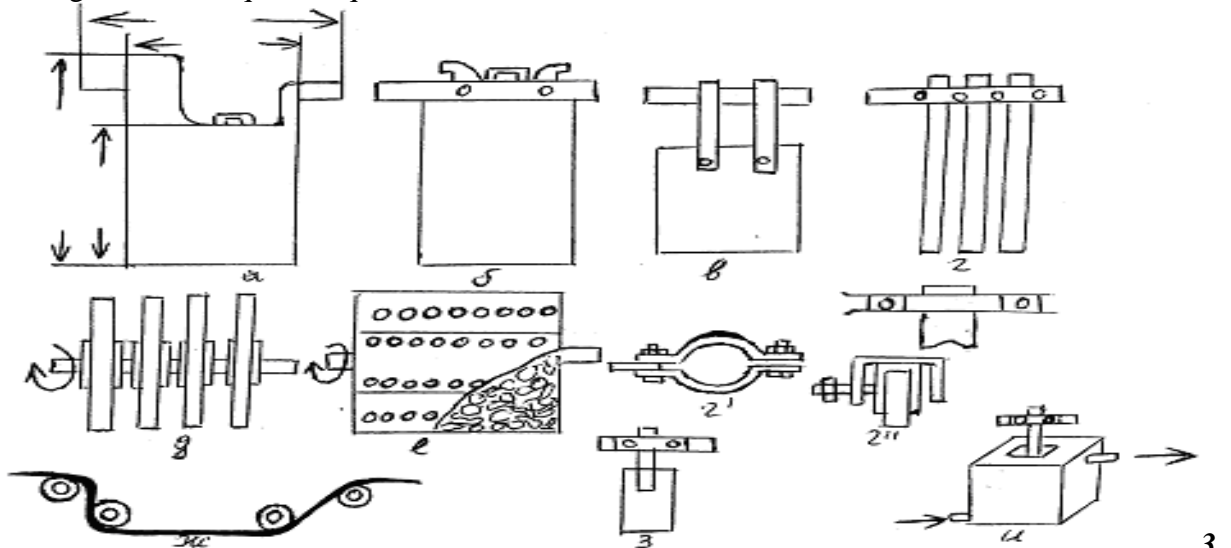
Rafinasiya jarayonida **anod** muhim o'rin egallaydi.

Rafinasiyada, olovli rafinlangan, konvertorli, xomaki mis ishlatiladi.

Misning nikel, rux, kobalt, qalayli qotishmalari ham ishlatilishi mumkin, faqat natijalar har xil bo'ladi.

Pirometallurgiyada rafinlash iqtisodiy jihatdan qimmat.

Anod 24-30 kunda erib tugaydi. Rafinlash jarayoni oxirida misning miqdori boshlang'ich massasining 10-18% miqdorida qolishi kerak.



5- rasm. Turli xil tutib turuvchi moslamali elektrod sxemalari:

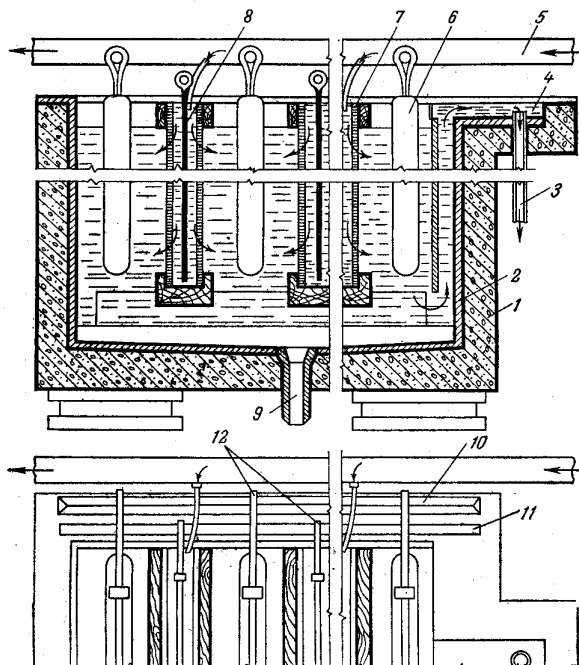
a-qo'yilgan figurali elektrod; *b*-shtangali vintga ulangan elektrod; *v*- mis bo'lagiga maxkamlangan elektrod *g*, *g''*, *g'''*- silindrik yoki konussimon elektrod; *d* - aylanuvchi diskli elektrod blok; *e* - barabanli elektrod; *j*- lentali elektrod; *z* - qo'yilgan sterjenli elektrod; *i* - suv sovutgichli elektrod.

Katod – misni rafinlashni asosi qolipli vannalarda misdan tayyorlanadi (38-rasm).

Rafinlash 24 soat davom etadi. Umumiy vannalar sonini 10% ni qolipli vannalar tashkil etadi. Misni hosil qilish (o'stirish) asosiy vannalarda 7-15 kun bo'lib qalinligi 12 sm massasi 130 kg hosil bo'ladi.

Zamonaviy elektrolizyor temir beton yoki yog'ochdan tayyorlanadi.

Konstruksiyalari 39 - rasmda ko'rsatilgan. Elektrolizyorni quvvati elektrodlarni ko'paytirib va ozaytirib o'zgartirish mumkin. Misni rafinlash uchun 20 dan 40 tagacha elektrod joylashtirish mumkin. Vannalarga 1 m² ga orasini 40-50 mm qilib joylashtiriladi.



6– rasm. Diafragmalı temir beton elektrolizyorni sxemasi.

1-korpus; 2- o'rama; 3-quyish trubkasi; 4- quyish cho'ntagi; 5- eritma berish trubasi; 6- anodlar; 7 - diafragmalar; 8 - katodlar; 9 - shlamni ajratish uchun truba; 10-11 - shinalar; 12 - shtamp.

Elektroliz ko'rsatkichlari

Tokning chiqishi 98-98,5% o'rniga 96-97% ga etadi. Katoddagi tok kuchlanishi $V_t(k)$ pasayadi, past bo'lishiga sabab sirkulyasiya sistemasi va erga tok ketib qoladi.

Misni rafinlash jarayoniga sarf bo'ladigan energiya $i_k = 200 \text{ A/m}^2$, harorati 50⁰S, elektrodlar orasidagi masofa 45 mm bo'lganda kuchlanish quyidagicha:

	v	%
katod potentsiali	+ 0,265	-
Anod potentsiali	+ 0,34	-
$\Delta E - E_a - E_k$	0,075	24,9
kuchlanishni pasayishi		
elektrolitda	0,15	49,9

birinchi tur o'tkazgichlarda0,05	16,6
Anoddagi shlamda	0,026	8,6
Yig'indisi	0,3	100

Bu erda asosiy kuchlanish tashkil etuvchi elektrolitdagi kuchlanishni tushishidir. SHuning uchun kuchlanishni kamaytirish uchun elektrodlar orasidagi masofani kamaytirish kerak. Qisqa tutashuv bo'lmasligi uchun anod atrofini tozalash, katod asosini to'g'rilash va «dendrit» va pufakcha hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

Qo'llanilayotgan tok zichligida **170-250 A/m²** energiya sarfi **200-35 kv.t. s/t** tashkil etadi.

Rafinlangan mis markasi **M1 da 99,9% Cu, MO – 99,95% Cu** bo'ladi.

Rafinasiyalanadigan mis anodning tarkibiga qarab anod shlami tarkibi har xil bo'lib anod og'irligini 15% gacha etishi mumkin. SHlamni tarkibi misning yirik zarralari tashkil qiladi, tarkibida 50% gacha kumush, 2-5% oltin, anchagina qo'rg'oshin sulfidi, mistelluridlari va elementar oltingugurt bor.

Bu aralashmalarni qayta ishlash uchun mis donalari ajratib olinadi. Qolgan mis issiq sulfat kislotada eritiladi.



Hodir metallar boshqa aralashmalardan ajratiladi (oltin quyma – tarkibida 15-20% oltin qolgani kumush).

Bu jarayon affinaj zavodlarida ximiko termik usul bilan amalga oshiriladi.

Keyingi jarayonga **oltin** va **kumush** ajratiladi.

Misni elektroekstraksiya usuli bilan olish

Gidroelektrometallurgiya usuli ho'llash, tozalash va elektroekstraksiya yoki sementasiya usulida eritmadan misni ajratib olish boskichlaridan iborat.

Elektroekstraksiya jarayoni ko'rsatkichlari;

Eritma tarkibi, g/l.

Cu²⁺ **15 – 30.**

H₂SO₄ **30 – 85.**

Fe²⁺ **4 – 5 gacha.**

Harorat, ° S **25 – 30.**

katoddagi tok zichligi A/m² **50-150.**

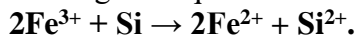
Mis olish vaqti kun **5 – 14.**

Bir xil zaryadli elektrodlar soni (dona)... **1,8 – 2,5.**

CHiqish tokka nisbatan %..... **65 – 90.**

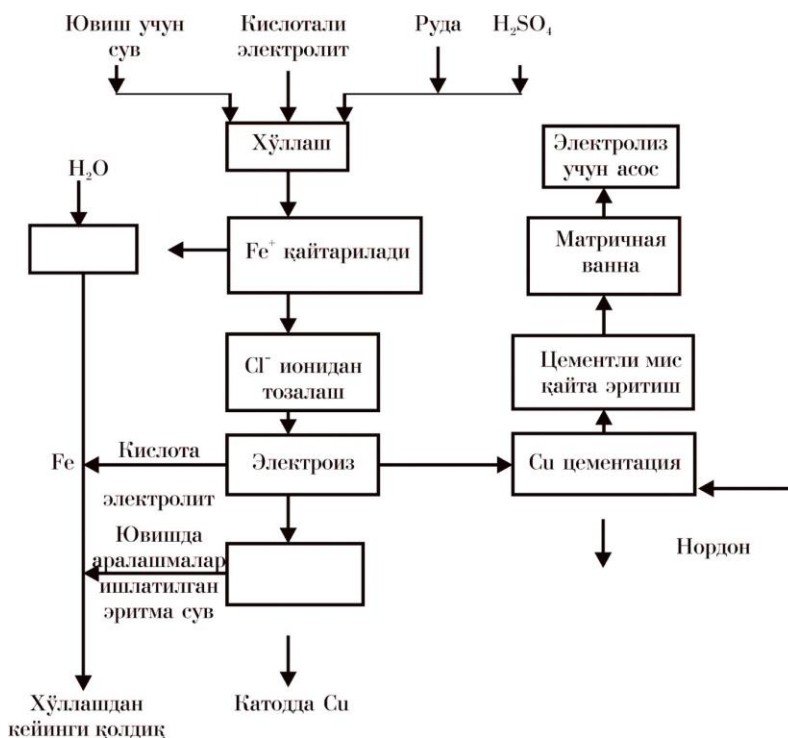
Elektr energiya sarfi kv.t. s/m..... **2000 – 3000.**

Erimaydigan anodda misni elektroliz jarayoni boshqa usullardan: ekstraksiya va misni rafinlash jarayonidan farq qilib katoddagi jarayonlarga **Fe³⁺** ioni ta'sir etadi. **Fe³⁺ → Fe²⁺** jarayon katodda ruy beradi. Natijada mis hosil bo'lishiga halaqit beradi.



Katoddagi mis qaytadan eriydi. SHu sababli misni gidroelektrometallurgiya usuli bilan olganda sharoitni hisobga olish kerak, chunki **Fe³⁺** ionlari mahsulot hosil bo'lishi tezligini pasaytiradi.

Ruda ho'llangandan keyin eritma **CO₂** bilan qayta ishlanadi yoki sementasiyalangan mis **Fe³⁺** bilan qaytariladi.



7 –rasm. Misni elektroekstraksiya usuli bilan mis olish prinsipial cxemasi.

Elektroliz vaqtida elektrolit juda katta tezlik bilan vannaning 8 - 9 blokli kaskadidan o'tadi, erimaydigan anodda temir oz bo'lsa ham oksidlanadi va elektromusbat potensial hosil qiladi. Hozirgi vaqtda elektroekstraksiya usuli bilan O'zbekistonda mis olinmaydi.

МА'RUZA № 21

MAVZU: KUMUSHNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

1. Nodir metallar elektrometallurgiyasi
2. Kumushni elektrolitik rafinatsiyalash.
3. Kumushni elektrolitik rafinlashda qo'llaniladigan elektrolizyorlar

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

Nodir metallar elektrometallurgiyasi

Nodir 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.

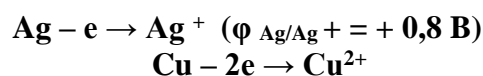
Qaysi rudadan nima olinishi ruda tarkibi miqdoriy analiz qilinib, so'ngra xulosaga kelinadi.

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.

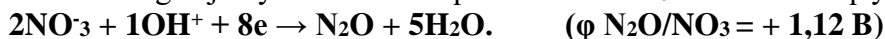
Anodda ozroq qutblanish ruy berishidan palladiy ($\varphi_{\text{Ag}/\text{Ag}^{++}} = + 0,99 \text{ B}$) va platina ($\varphi_{\text{pt}/\text{pt}^{++}} = 1,19 \text{ B}$) erishi mumkin. Agar anodda bu metallarni miqdori ko'proq bo'lsa tok zichligini ozroq kamaytirish kerak.

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

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 konsentrasyon 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 **NO₃⁻** 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 hoida 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

elektrolizyori qo'llaniladi: vertikal va gorizontal elektrodli elektrolizyordir. Birinchi tur elektrolizyori vinoplast, keramik yoki ebonit to'g'ri burchakli formali bo'lib, yog'och yoki temir karkasga mahkamlangan (41 rasm).

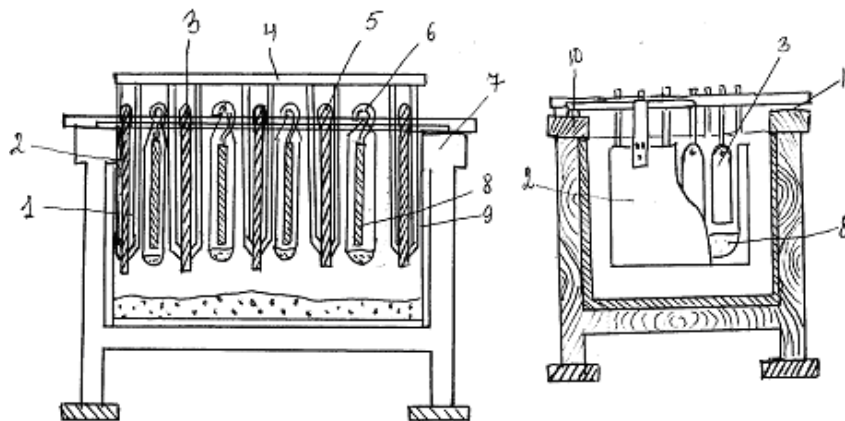
Anod shtangasiga bir qatorga 1 tadan 3 tagacha anod mahkamlanadi. Katod bitta bo'lib butun elektrolizyori eniga mahkamlangan. Anodga vinil xloriddan bo'lgan qopchiqcha kiydirilgan, anod erishi davomida ajralib chiqqan shlam qopchiqcha ichida qoladi. Katod metali shlam bilan ifloslanmaydi. Elektrolizyoriga 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. Elektrolizyori 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 kvt-soat bo'ladi.

Elektrolitning harorati tok chiqishi hisobiga 40-50⁰S etadi.



8-rasm. Kumushni rafinlash uchun ishlatiladigan vertikal anodli elektrolizyori.

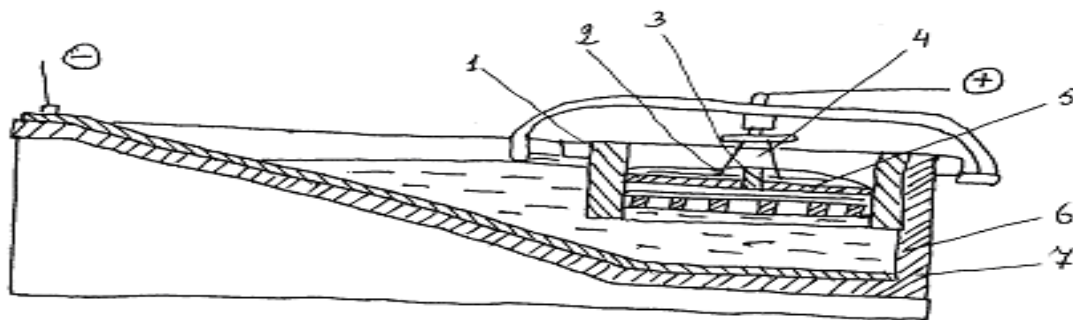
1 -cho'tka; 2 -katod; 3 -anod; 4 -cho'tka mahkamlanadigan rama; 5 - katodli shtanga; 6 - anodli shtanga; 7 -yog'och korpus; 8 -anod qopchiqcha; 9 -ebonit idish; 10 -katodli shina; 11 - anodli shina.

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 elektrolizyori 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 elektrolizyoriga qaraganda eritma konsentrasiyasi yuqoriroq bo'ladi (30-50 g/l kumush). Elektrolizyori o'lchami 1220 x 660 x 250 mm. YAshik tubidagi joylashgan anod va katod orasidagi masofa 100 mm atrofida



9-rasm: Kumushni rafinlash uchun ishlatiladigan gorizontali 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.

Gorizontali 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 kislotasi 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.

MA'RUZA № 22

MAVZU: OLTINNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

1. Oltinni elektrolitik rafinatsiyalash.
2. Oltinni elektrolitik rafinlashda qo'llaniladigan elektrolizyorlar

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

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.

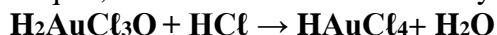


Eritma kislotali muhitga ega. Elektroliz vaqtida oltin anodda AuClO_2^{2-} zaryadsizlanib kislorod chiqib boshlaydi. Bu jarayon anodni passivlashishiga olib keladi. Natijada oltinni eritmaga o'tishi qiyinlashadi, **elektrod potentsiali** kislorodni va xlorini chiqish potentsialiga yaqinlashib boradi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

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



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



hosil qiladi. Kislota konsentratsiyasi 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 konsentratsiyasiga va haroratga bog'liq.

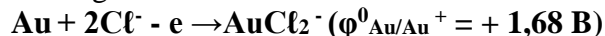
Eritmadagi oltin xlorid kislotasi quyidagicha dissosiyalanadi:



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.



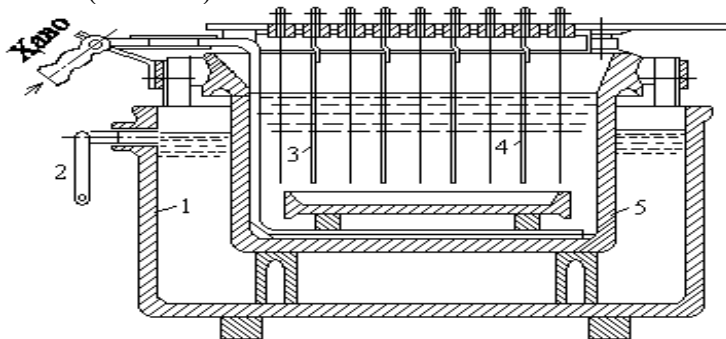
Bu reaksiyaning muvozanat konstantasi Cu^{2+} va Cu^+ ionlarining muvozanat konstantasidan kichik, AuCl_2^- ionlari konsentratsiyasi eritmada ko'proq. Katodda ham anodda ham Au^+ ioni bilan reaksiya yaxshi ketadi, elektrodda polyarizatsiya kuchsiz bo'lsa reaksiya tezligi oshadi. Anodda erish kuchli lekin 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 konsentratsiyasi 100 g/l oshishi mumkin emas. Bulardan ham xavfli 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** NCl bo'lgan eritmalarda olib boriladi. Agar eritmada qo'shimchalarning miqdori ko'payib ketsa elektrolit qaytadan tozalanadi. Eritmaning harorati 50-70^oS bo'ladi. Yangi elektrolit elektrolizyorga 45^oS 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 (43-rasm).



10 - 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.

Anod tomoniga konsentrlangan (3:1), katod tomoniga suyultirilgan (1:3) xlorid kislota solinadi. Elektroliz 3-4 V kuchlanishda va tok zichligi 800-2000 A/m² beriladi.

Anodda oltin eriy boshlaydi, katodda vodorod chiqadi.

Oltin eritmada anion hamda o'ta boshlaydi, katod fazaga o'tmaydi. Anodda oltin eritmasi konsentrlana boshlaydi.

Eritma konsentratsiyasi (**HAuCl₄**) **350-400 g/l Au** hosil bo'ladi.

MA'RUZA № 23

MAVZU: RUXNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

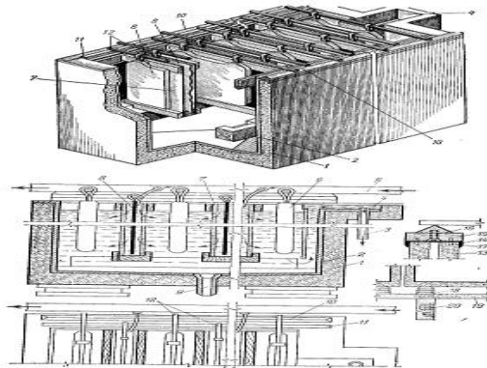
1. Metallurgiyada rux elektrolizi
2. Ruxni gidroelektrometallurgik olish usuli
3. Ruxni elektrolitik rafinlashda qo'llaniladigan elektrolizyorlar

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

Metallurgiyada rux elektrolizi

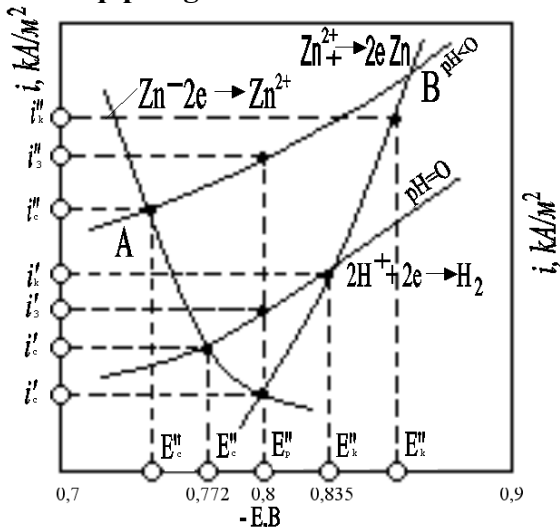
Rux va kadmiyning elektrokimyoviy xossalari va elektrodlardagi reaksiyalari

Rux va kadmiy past o'ta kuchlanish va yuqori tok almashinishida katodda hosil bo'luvchi elementlar jumlasiga kiradi. Bu elementlar oddiy eritmalarda yirik donalar holida ajraladi.



11 - pasm. Diafragmali temir beton elektrolizyor va korpusi izolyatsiyasi, shinalarni urash usullari.

1 –korpus; 2 –obkladka (futerovka); 3 –kuyish nayi; 4 –kuyish cho’ntagi; 5 –eritma berish uchun bo’lish nayi; 6 -anodlar; 7 -diafragmalar; 8 -katodlar; 9 –shlamni ajratish uchun; 10 -shinalar; 11 -izolyator; 12 -shtangalar; 13 –o’zaro bog’langan vannalar devori; 14 –rezina prokladka; 15 –yog’och brus; 16 –shinani korpusga mahkamlash; 17 -shponkalar; 18 –fosfor izolyator; 19 –temir beton balqa, smola surtilgan; 20 –ko’tarib turuvchi izolyasion ustun, smola va oxakli eritma bilan qoplangan.



12 - pasm: Kislotali eritmalardagi rux va vodorodning qutblanish egri chiziqdari.

a) – parsial egri chiziqning prinsipial sxemasi. b) – real parsial egri chizig’i.

Vodorodning yuqori o’takuchlanishini ikkita metall ham kislotali eritmalardan tokning yuqori bo’lishidan katodda chuqadi.

300 A/m² tok zichligida rux va vodorodning chiqish potentsiallarini taqqoslasak rux vodorod chiqmasdan oldin ajrala boshlaydi. 1 mol/l li ZnSO₄ va H₂SO₄ da

$$E_{H^+/H_2} = 0 + 0,058 \lg 1 - 1,057 = -1,057 \text{ B (25}^\circ\text{C)}$$

$$E_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76 + 0,029 \lg 1 - 0,01 = -0,77 \text{ B (25}^\circ\text{C)}$$

Qancha tok zichligi yuqori bo’lsa, shuncha vodorodning o’ta kuchlanishi katta va rux chiqishi yuqori bo’ladi.

Rux va vodorod qutblanish diagrammasidan ko’rinadiki, ruxning stasionar potentsiali o’zining kislota muhitli tuziga tushirilsa birmuncha musbat qiymatga ega bo’ladi, ruxning muvozanat potentsiali $E_{Zn^{2+}} = -0,8 \text{ V}$.

a $H^+ = 1 \text{ mol/l}$ da ruxning stasionar potentsiali $-0,772 \text{ V}$ teng (18 rasm), ko’rsatilgan qiymatda ruxning stasionar potentsiali, (o’zining kislota muhitli tuzida) t¹s tok zichligida o’z-o’zidan ma’lum tezlikda eriy boshlaydi. Anodda rux erib, katodda vodorod ajralib chiqadi,

$$i_a = i_k = i_c^1$$

Tashqi tok ta’sirida qutblanganda ahvol boshqacharoq. Ruxning elektrsizlanishi va ionlanishi, ruxda vodorodning o’ta kuchlanishi egri chizig’i traektoriya sari egilganroq bo’ladi (19 rasm). Rux va vodorodni qutblanish egri chizig’i har xil bo’ladi.

$$(tg+ = v = 0,12 \text{ B})$$

Ma’lum bir tok zichligida vodorodning katoddagi egri chizig’i ruxning anoddagi egri chizig’i bilan kesishadi.

Ruxning muvozanat potentsiali ma’lum qiymatga etguncha katodda faqat vodorod ajraladi, rux esa eriydi.

Elektrodning katod qutblanishida ikkita jarayon hisobiga vodorod hosil bo’ladi: $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$ ruxning o’z-o’zidan erishi va tashqi katod toki hisobiga ketadi:



Ruxni gidroelektrometallurgik olish usuli

Rux gidroelektrometallurgiyada asosan elektroekstraksiya usuli bilan olinadi. Buning uchun 850-900⁰S haroratda rux sulfidli konsentrat kuydiriladi, natijada rux va boshqa metall oksidlari kam miqdorda sulfatlar hosil bo'ladi. Rux bilan birga: **qo'rg'oshin, temir, kadmiy, mis** ham oksid hosil qiladi.

Ferrit (**ZnO – Fe₂O₃**) 600⁰S da hosil bo'lib qoladi, shuning oldini olish uchun harorat yuqori bo'lishi shart.

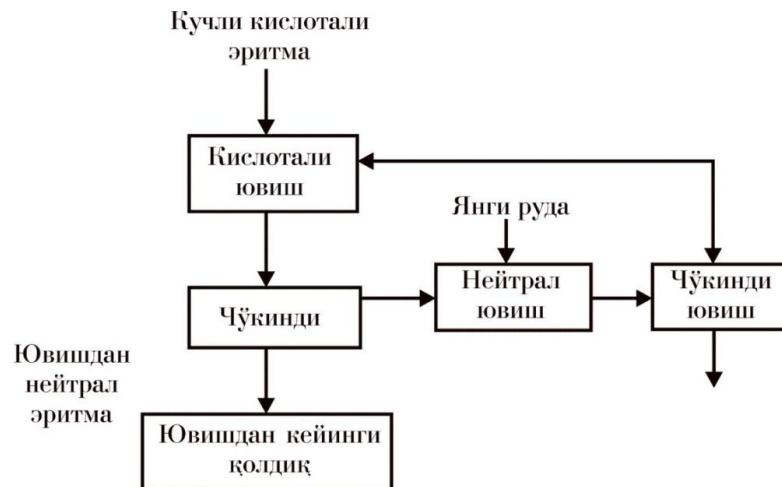
Hozirgi vaqtda kuydirish «**qaynovchi qavatli**» 50-70 mkm o'lchamdagi donalar hosil qiladi. Kuydirish uchun olingan konsentratning 40-70% gaz va chang holida ajralib uni tutib qolinadi, kuydirilgan konsentratni 90% ta (umumiy miqdorga nisbatan) ho'llashga (vo'helachivanie) yuboriladi.

Pechda hosil bo'lgan **7,5-9% SO₂** gazidan sulfat kislota olish mumkin. Kuyindini ho'llash uchun oldin ishlatilgan sulfat kislotadan foydalanish mumkin. Bu jarayonda kuyindini kislota eritadi. Erimay qolgan aralashmalar pastga cho'kadi, erigan moddalar kislota eritmasiga o'tib hosil bo'lgan eritma yana yangidan kuyindini eritish uchun jarayonga qaytariladi va eritmada modda (metall) miqdori ko'paya boradi. Ho'llanishdan qolgan qoldiqda qo'rg'oshin, kalsiy, magniy, alyuminiylar sulfat va oksid holida, **SiO₂** va rux ferriti, misni yarmi, oltin va kumush bo'ladi.

Rux va boshqa metallar silikatleri oz bo'lsa ham eritmaga o'tadi, neytral eritmalarni tinishi va filtrlanishiga xalaqit beradi. Ergan moddalarning miqdori kislota konsentratsiyasiga bog'liq.

Rux ishlab chiqarishda yuvish jarayoni bir pog'onali va ko'p pog'onali bo'ladi (46-rasm). Bir pog'onali yuvish jarayonida 80⁰S haroratda konsentratsiya yuqori bo'lgan sulfat kislotada olib boriladi: sulfat kislota kuyindini bir martada neytrallaydi.

Ko'p pog'onali yuvishda esa, suyuq sulfat kislota qo'llanilib (100–200 g/l kislota) **pH ≈ 1** ga teng bo'ladi.



13 -pasm: Ikki pog'onali yuvish sxemasi.

Kislotali pulpaga (maydalangan reaksiyaga tayyorlab qo'yilgan ruda) temir ionlari oksidlanishi uchun manganetsli ruda solinadi. Neytral yuvish alohida idishda olib boriladi. Bu erda har xil aralashmalardan tozalanadi. **A1** va uch valentli temir gidrolizlanadi, mish'yak bilan sur'ma erimaydigan asosli tuz holida cho'kadi.

Alyuminiy va temir gidroksidi cho'kmasi ayrim vaqtlarda germaniyli aralashma ham aralashib qoladi. Agar mish'yak, sur'ma va germaniy miqdori ko'p bo'lsa maxsus temir ham qo'shiladi, bu pog'onada gelsimon kremniy kislota ham qo'shilishi mumkin.

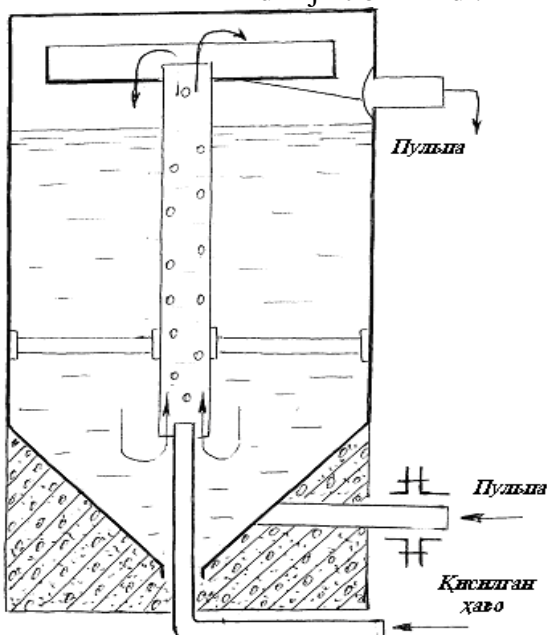
Sanoatda ruxni yuvish uchun «Pachuk» apparati qo'llaniladi (47-rasm).

Agar eritmada kremniy kislota miqdori ko'payib ketsa eritma filtrlanadi.

Tozalash jarayoni elektrolitni elektrolizga tayyorlash bilan birga, mis, kadmiy, kobalt va boshqa metallarni qayta ishlashga ham tayyorlanadi.

Mis va kadmiy ionlari rux changini sementasiya qilib **mis – kadmiy** keki holida ajratiladi.

Mis bilan kadmiy kek holida ajratib olingandan keyin, **kobalt ksantogenat** yoki **ortosulfantimonat** bilan kam eruvchi cho'kma holida ajratib olinadi.



14- pasm: YUvish uchun ishlatiladigan «Pachuk» apparati.

Kobaltli kek* toza metall olish uchun tegishli zavodlarga jo'natiladi.

Eritmadagi Cl^- ionlari yuvish jarayonini o'zida kumush bilan $AgCl$ holida cho'kib qoladi, agar Cl^- ionlari konsentratsiyasi ko'p bo'lsa, buning uchun eritma mis po'kak qo'shilib cho'ktiriladi:



Elektroliz jarayoni

Rux elektromanfiy metall bo'lgani uchun, **katodda** ajralib chiqadi. Miqdori elektrolit tarkibi, tok zichligi, harorat va eritmaning tozaligiga bog'liq.

Eritma tarkibiga rux tuzi va kislota kiradi. Hozirgi vaqtda hamma zavodlarda sulfatli tuzlar ishlatiladi, lekin Cl^- li tuzlarga qiziqish katta. Sulfat kislota miqdori ko'payishi bilan ruxni ajralib chiqishi kamayadi.

Vannadagi kuchlanish va eritmaning qarshiligi pasayadi.

1 mol/l $ZnSO_4$ eritmasining **40^oS** haroratdagi elektr o'tkazuvchanligidan 1 m/l H_2SO_4 ning o'tkazuvchanligi 10 marta baland. SHu komponentlar iborat bo'lgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi esa, **20-30 Om^{-1} , m^{-1}** gacha etadi. Xloridli eritmalar bundan ham yuqori bo'ladi.

Elektrolitda (**40^oC 50g/l Zn^{2+} va 100 g/l H_2SO_4**) boshqa aralashmalarni ruxsat berilgan konsentratsiyasi:
* maydalangan ruda

2-Jadval

Ionlar	Zn^{2+}	Na^+, K^+	Mg^{2+}, Fe^{2+}	Co^{2+}	Cu^{2+}, Pb^{2+}	Ni^{2+}, As^{3+}	Ge^{4+}, Sb^{3+}
C, g/l	3	2	$1 \cdot 10^{-1}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$

Katodda ruxni cho'kishiga ayniqsa germaniy, mish'yak sur'ma yomon ta'sir etadi.

Vodorodning o'ta kuchlanishi oz, shuning uchun katodda metalni cho'kishi kam, bundan tashqari **GeH_4** katod yuzasida hosil bo'lishi, eritmada **AsH_3** va **SbH_3** moddalarni hosil bo'lish, rux yuzasini g'ovak bo'lishiga olib keladi.

Ruxli elektrolitga ayrim sirt aktiv moddalar (SAM): elim, sovun eritmasi qo'shiladi. SAM eritmaga qo'shilishi cho'kmani strukturasi yaxshilab sovun esa elektrolit yuzasida ko'pik hosil qiladi, ko'pik kislotani sachrashidan saqlaydi va gazlarni yutib havoga zaharli gaz chiqishini yo'qotadi.

Tok zichligi, kislota miqdori, elektrolitni harorati hammasi bir biriga bog'liq bo'lib rux chiqishi unumiga ta'sir etadi. Har qaysi tok zichligiga sulfat kislotaning shunday miqdori tanlab olinganki, elektr energiya sarfi juda past bo'ladi.

Buning uchun elektroliz jarayonini yuqori kislotali va yuqori tok zichligida jadallashtirish kerak. Jadallashtirish usuli 1916-1920 yillarda faqat AQSHda ikkita zavodda qo'llanilgan, kislotaga bardoshli materiallar, yuqori bosimga chidamli filtrlar yo'qligi sababli qo'llanilmagan.

Hozirgi vaqtda hamma zavodlar yuqori tok zichligida, kislota konsentratsiyasi baland va harorati 35-40⁰ S sharoitda ishlaydi.

Rux elektrolizlanishi jarayonida ko'p miqdorida issiqlik ajralib chiqadi. Katoddagi tok zichligi qancha yuqori bo'lsa, shuncha tok zichligi hajmi va elektrolitning harorati yuqori bo'ladi, shuning uchun elektrolizyorni sovutish kerak yoki elektrolitni muzlatgich orqali o'tqazib turish kerak.

Elektroliz jarayoni barabanli yoki ishqorli elektrolizyordalarda xlorid tuzlar bilan bajarilsa, elektr o'tkazuvchanlik yuqori bo'lib, rux metali uzluksiz tasmasimon ko'rinishda chiqadi, ($i_k = 5 - 6 \text{ qa/m}^2$) doimiy ravishda o'rab olib turishi kerak.

3-Jadval

Jarayon	Tok zichligi A/m ²	Konsentratsiya, g/l					
		Berib turiladigan eritma		Vannadagi elektrolit		Ishlatilgan eritma	
		Zn	H ₂ SO ₄	Zn	H ₂ SO ₄	Zn	H ₂ SO ₄
Standart	200-300	110-140	-	45-50	100	45-50	80-115
Hozirgi	520-645	130-170	-	45-50	150-200	45-50	150-200
Jadallash tirilgan	1000	175-225	-	50-70	300	50-70	300

Sovutish uchun to'yintiruvchi eritma va elektrolit sirkulyasiyasi tezligi bir-biridan farqi juda katta, bir-biriga bog'liq emas, lekin ikkita sirkulyasiya tezligi ham tok zichligiga bog'liq, zichlik oshsa sirkulyasiya tezlashadi.

Vannaga to'yintiruvchi eritma berish tezligi 0,03 l/A-s.

Sulfatli elektrolitlar

Elektrolizi uchun **anod** sifatida qo'rg'oshinni 1% kumush bilan qotishmasi qo'llaniladi, oxirgi ma'lumotlarga qaraganda boshqa ligerlovchi metallar bilan qo'rg'oshin qotishmasi ishlatilishi mumkin. qotishmali anodlar 4 yilgacha ishlaydi.

Xloridli elektrolitlarda anod grafitdan yasaladi, chunki xlor ajralib chiqadi. Rux gidroelektrometallurgiyasida katod qolipi alyuminiydan quyilib yasaladi. Katoddan, ruxni ajratish tok zichligi yuqori bo'lsa shuncha ko'p bo'ladi. Standart sharoitda, ya'ni tok zichligi 650 A/m³ gacha bo'lsa chiqqan rux bir kunda bir marta olinadi, jadallashtirilgan usulda esa – soatlarda olib turish kerak, shuning uchun bu – usul keng yoyilmagan.

Zamonaviy elektrolizyordlar 15 ka tok kuchiga mo'ljallangan.

Bir xil zaryadli elektrodlar orasidagi masofa 80 mm. Elektrod va vannalar bir-biriga ketma-ket ulangan, elektrolizyordlar temir betondan yoki po'latdan yasaladi. Elektrolizyordlarda diafragma yo'q. Kislotali eritmada ruxning chiqish unumi yuqori, elektrodlar o'lchami n·ℓ=1000·650 mm, vannani balandligi 1–1,5 bo'lishi mumkin. Uzunligi qo'yiladigan elektrodlar soniga bog'liq holda 2-3 metrgacha bo'lishi mumkin.

Ruxni gidroelektrometallurgik usuli bilan oladigan zavodning o'rtacha ish ko'rsatgichi **Vt = 90%**, **U = 3-4 V elektr energiya sarfi 3200 – 3300 kVt.s/t.**

Elektroliz usulida olinadigan ruxning tozaligi faqat elektrolitning tozaligi va tarkibiga bog'liq. Elektrolitik rux markasi TS0, TS1, TS2 bo'ladi.

YUqori tozalikdagi rux olish uchun 99,99% Zn metali qayta tozalanadi. Buning uchun rux metali kimyoviy yoki anodli eritiladi. Elektroliz diafragma elektrolizyorda erimaydigan anodda olib boriladi, bu jarayon ikki marta qaytariladi, natijada 99,999% Zn metali ajralib chiqadi.

Kadmiy ishlab chiqarish

Kadmiy ruxga nisbatan noyobroq element bo'lib, qoplash uchun kam ishlatiladi. U kadmiy nikelli akkumlyatorlar; mis, qalay va qo'rg'oshin bilan qotishmalar olish uchun ishlatiladi.

Kadmiy rux bilan birga rudalar tarkibida uchraydi, rux ishlab chiqarishda ajralib chiqadigan mis, kadmiyli keklar qayta ishlanib olinadi.

Asosan **gidroelektrometallurgik**, kamdan kam distillyasion usul bilan olinadi.

Kadmiy ham rux kabi elektroekstraksiya usulida olinadi. Maydalangan xom ashyoda kadmiy bilan birga albatta rux va mis bo'ladi, ayrim hollarda germaniy, galliy, sur'ma va mish'yak ham birga uchraydi. Xom ashyo tarkibiga qarab yuqoridagi metallar turli usullarda olinadi.

Mis-kadmiyli po'kakdan kadmiy olish uchun konsentrlangan komponentlardan foydalaniladi, bu ko'p bosqichli murakkab jarayondir.

Gidroelektrometallurgiyada bu jarayonlar sementasiya (po'kak usuli) ko'p marta cho'ktirish usuli bilan qayta ishlanadi. Bu jarayon kadmiydan ko'ra misga tegishli, cho'kmani eritib qaytadan cho'ktirilsa, birinchi bo'lib eritmaga rux va kadmiy o'tib, mis po'kakdan qoladi.

Po'kak eritilganda birinchi nikel, kobalt, temir, talliy va qo'rg'oshindan tozalanadi, hosil bo'lgan bu material yuqoridagi metallarni ajratib olish uchun xom ashyo hisoblanib qayta ishlash uchun boshqa zavodlarga yuboriladi.

Qimmatbaho kadmiy metallini isrof qilmaslik uchun hamma jarayonlar o'ta puxtalik bilan bajariladi. Ko'pgina elektroliz jarayonlaridan kadmiyni elektrolizi davriy usul, ya'ni elektrolit sirkulyasiya qilinmay bajariladi.

Elektrolizyorga tarkibida **150-200 g/l Cd** bo'lgan neytral elektrolit solinadi, elektroliz eritmada **10-35 g/l Sd** qolgunicha davom ettirilib va elektrolizyordan **70-180 g/l** sulfat kislota chiqarib olinadi.

Elektrolitda kadmiyning kamayish darajasi va unga qo'shiladigan sulfat kislota miqdori eritmada rux, mis va boshqa metallar miqdoriga bog'liq.

Eritmada kadmiy oz bo'lib mis miqdori (**80 g/l**) ko'payib ketsa, kadmiyni zaryadsizlanish potentsiali ruxni zaryadsizlanish potentsialiga yaqinlashib katodda rux ham ajrala boshlaydi. Normal sharoitda tokka bog'liq holda kadmiyni chiqish unumi yuqori 85-90% ga etadi (**tok zichligi 30-200 A/m²**). Tarkibida 1% kumush tutgan erimaydigan qo'rg'oshin elektrod ishlatilishi tufayli kadmiyli vannadagi kuchlanish **2,5-3 V** ga etadi, energiya sarfi esa **1200 – 1500 kVt. soat/t** butun. Katod alyuminiydan yasaladi.

Kadmiy olish uchun ishlatiladigan elektrolizyordalarda diafragma ishlatilmaydi. Jarayonni jadallashtirish uchun sekin aylanuvchi lappakli elektrodlar qo'llaniladi, natijada kadmiy ionlari diffuziyasi kuchayadi, katoddagi tok zichligi 250 – 300 A/m², kuchlanish 4 V ga etadi. Elektrolitik usulda olingan kadmiyda 99,9% metall bor.

MAVZU: RUXNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

1. Metallurgiyada nikel elektrolizi
2. Nikelni gidroelektrometallurgik olish usuli
3. Nikelni elektrolitik rafinlashda qo'llaniladigan elektrolizyorlar

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

Nikel va kobalt elektrometallurgiyasi

Nikel er tarkibida sulfidlar va minerallar holida uchraydi, pentlantid $[\text{FeNi}]_9\text{S}_8$ va millerit NiS dir. Sulfidli rudalar temir va mis rudalari holida bo'lib 0,3–5,5% ni nikel tashkil etadi. Bu rudalarni boyitish oson, olingan konsentratlar tarkibida 12% gacha bo'ladi.

Sanoatda ishlatiladigan eng muhim rudasi garnierit bo'lib, tarkibida 0,7-2,5 nikel bor. Nikelli rudalar tarkibida mis, temir, mish'yak, selen, tellur, qo'rg'oshin, palladiy, radiy, oltin va kumush elementlari ham birikkan bo'ladi. SHuning uchun nikel olinadigan xom ashyolar boshqa metallar olishda chiqadigan shlamlar ham bo'lishi mumkin.

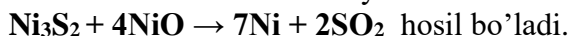
Nikel va kobalt olish usullari

Rudalardan nikel asosan pirometallurgik usulda olinadi. Xomaki nikel sulfidli ruda 93% va oksidlardan olinsa 99,6% tarkibidagi nikel ko'proq bo'ladi.

Olingan nikel metalini rafinlash kerak, qanday usul bilan olinishida dunyo bo'yicha olingan metalni 80% rafinlanadi.

~Temir xomaki metall tarkibidan konverterdan shteynni suyuqlantirilib havo bilan qayta ishlab yo'qotiladi. Suyuqlantirish shunday olib boriladiki, hamma temir shlama o'tib ketmasdan oz qismi faynshteynda qoladi. Bu usulda faynshteynda kobalt ham ushlab qolinadi, bu keyinroq, nikelni rafinlash jarayonida eritmani kobalt birikmalaridan tozalab, uni qayta ishlanadi. Ayrim hollarda kobalt shlakka o'tkazilib, keyin qayta ishlanadi.

Havo bilan qayta ishlanganda nikel' va mis oksidlari yana o'zini sulfidlari bilan ta'sir etib:



Faynshteynga uzoq vaqt havo yuborib turilsa, metall miqdori ko'payib, 10% atrofida oltingugurt qoladi. Bu hosil bo'lgan metall **faynshteyn** deb ataladi. Faynshteyn xomaki nikel metali olish uchun xom ashyodir. Oksidlangan ruda va sulfidli konsentratlar yuvishning **avtoklav usulida** ammiak yoki sulfat kislota bilan yuviladi.

Qayta ishlanishning **karbonil** usulida suyuqlikni fraksion haydash usulida engil uchuvchi birikmalar **Me(SO)n** uglerod oksidi bilan (200 kg.s/sm^2) faynshteynni qayta ishlash mahsulotlari hosil qilib metall olinadi. Olingan nikel tarkibi tozaligi bilan ajralib turadi.

Metallarning elektrokimyoviy xossalari va elektrodlardagi reaksiyalar

Nikel va kobalt metallari yuqori darajada gazlarni yutish, ya'ni adsorbsiya qobiliyatiga ega. Buning sababi bu metallar havoda passivlanish xususiyatiga ega. Metallarning bu kimyoviy xossasi elektrokimyoviy xossaga ham ta'sir etadi. SHunga qaramay metall ajralib chiqishida yuqori o'ta kuchlanish va tok almashinuvi oz bo'ladi.

Nikel va kobalt metallari o'zining tuzidagi potensiali hisoblangan muvozanat potensialiga to'g'ri kelmaydi, ularning qiymati manfiy va beqaror. Ma'lumki, bu metallar chiqishida potensial va o'ta kuchlanishi, harorat jiddiy ta'sir qiladi. Metal o'zining tuziga solinganda potensiali metall ionlarining aktivligini hisoblangan muvozanat qiymatiga yaqinlashib boradi.

Katodda ajralish o'ta kuchlanishi m: misni ajralish (chiqish) o'ta kuchlanishiga yaqinlashadi.

Bu metallar vodorodga qaraganda musbat potensialda ajraladi, metallarni chiqishi tokka nisbatan 100%. Metallarni o'zining tuzlaridagi va neytral eritmalarda anod qutblanishi kuchli pasayishga moyil, $V_t(a)$ potentsiali pasayadi.

Bu xossalar bu metallarning adsorbsion xususiyatiga bog'liq. Kuchsiz kislotali, neytral va ishqoriy eritmalarda doim har xil adsorbilangan moddalar bilan qoplangan bo'ladi, natijada ionlarni zaryadsizlanishiga to'sqinlik qiladi.

Metallarni elektrolitik rafinlash

Tarkibida **90-95% Ni** va 0,4–1% oltingugurt tutgan xomaki rux rafinlanadi. Ko'p zavodlarda faynshteyn rafinlanadi va bu juda atroflicha o'rganilgan. Qanday anod ishlatilishiga qarab rafinlash jarayonida elektrolit sirkulyasiyalanadi. Anolit vannadan olinadi va tozalanib, filtrlanib katod fazasiga qo'yiladi.

Xomaki nikel va faynshteyndan yasalgan anodni erish mexanizmi, turli. Bularni alohida ko'rib chiqamiz.

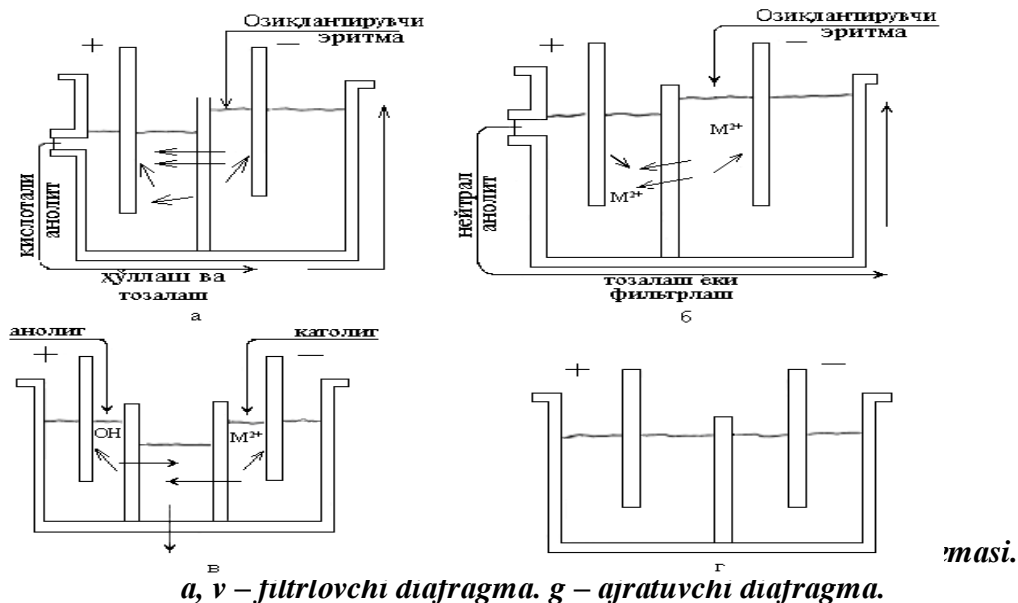
Xomaki nikel o'zida nodir metallar selen, sulfidlar, nikel oksidi, mis va temir, oltingugurt, silikat kislota va shlak ham tutadi. Anoddagi asosiy reaksiyalar nikelni ionlanishi, bu o'takuchlanish bilan sodir bo'ladi, bu muvozanat potensialidan katta, musbat potensial namoyon qiladi. SHuning uchun nikel va metallardan tashqari eritmaga manfiy potentsiilli hamma aralashmalar, shu jumladan mis ham o'tadi.

Natijada eritmada **Ni 65-70 g/l**, **So 0,2-0,3 g/l**, **Si 0,3-0,8 g/l** va **Fe 0,3-0,5 g/l** miqdorda bo'ladi.

Sulfidlar, metallar selenidi, nodir metallar, uglerod va shlam qoldiqlari erimaydi. Bularning hammasi nikelni rafinlashda shlam holida ajralib chiqadi.

SHlamda 3-5% anod, oz miqdorda mis, oltingugurt, 1% gacha nikel, kobalt va temir bor. Ikkinchi tomondan nikelni katod potentsiali $-0,65-0,7V$ yuqoriligidan faqat H_2 emas boshqa aralashmalar ham zaryadini yo'qotadi—zaryadsizlanadi.

Bularning hammasi anod va katod bo'shlig'ning filtrlovchi diafragmani kuyishga zarurat tug'diradi.



Elektrolit katolitdan anolitga ma'lum tezlikda yuboriladi, yuborilayotgan elektrolit sinchiklab tozalanadi. Anoddagi nikelni tokka nisbatan chiqishi 100%, katoddagidan birmuncha pastroq.

MAVZU: KOBALTNİ ELEKTROLITİK RAFINLASH

Reja:

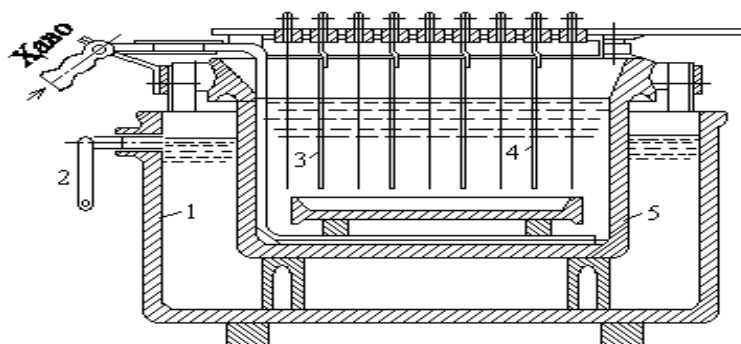
1. Kobalt va uning birikmalari
2. Kobaltini gidroelektrometallurgik olish usuli
3. Nikelni elektrolitik rafinlashda qo'llaniladigan elektrolizyorlar

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

Kobalt (Cobaltum), Co — [Mendeleyev davriy sistemasining](#) VIII guruhiga mansub kimyoviy element. Tartib raqami 27, atom massasi 58,9332. Kobalt metalini ilk bor 1735 yilda shved kimyogari Yu. Brand rudalardan ajratib olgan. Uzoq, vaqtgacha Kobaltni rudadan ajratib olish mumkin bo'lmagan, shuning uchun Kobold deb atalgan (nem. Kobold tog' va konlarda yashaydigan jin demakdir; metall Kobalt nomi shundan olingan).

Tabiatda 2 ta barqaror izotopdan tashkil topgan: ^{59}So (99,83%) va ^{57}So (0,17%). Oksidlanish darajasi +2 va +3, goho +1, +4 va +5; Sun'iy radioaktiv izotoplaridan ^{60}So ($T_{1/2}=5,27$ yil) muhim ahamiyatga ega. Poling bo'yicha elektromanfiyligi 1,9; atom radiusi 0,125 nm. Kobalt massa jihatidan yer po'stining 4-10~3% ini tashkil qiladi, okean suvlaridagi miqdori 0,005 mg/l. 30 ga yaqin minerallari bor. Eng muhimlari: karrolit CuCo_2S_4 , linneit Co_3S_4 , kobaltin CoAsS , safflorit $(\text{CoFe})\text{As}_2$, skutterudit CoAs_3 , shmaltin CoAs_2 , absolin $\text{Co}_3\text{O}_4\text{-mMnO}_2$ pN $_2\text{O}$, eritin $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2\text{-8H}_2\text{O}$, sfero-kobaltit SoSO_3 va h.k. Sof. Kobalt rudalari juda kam. Kobalt, asosan, mis, nikel, kumush, temir, margimush, marganets bilan birikma holda uchraydi. Kobalt — kumushsimon oq, qizg'ishochsariq rangda tovlanadigan metall. Suyuqlanish temperaturasi 1494°, kaynash temperaturasi 2960°, zichligi 8,90 g/sm³. Ferromagnit xossasiga ega. Brenel bo'yicha qattiqligi 470—1230 MPa. Zichjoylashgan Kobalt havo ta'siriga chidamli, 300° da oksid parda bilan qoplanadi, kukun holdagi Kobalt havoda o'z-o'zidan alanganadi. Suv, ishqor, karbonat kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Ftorid kislota hatto qizdirilganda ham unga ta'sir qilmaydi, tutunlanuvchi nitrat kislota Kobaltning faolligini susaytiradi (oksidlaydi). Oddiy haroratda galogenlar (G' dan tashqari) bilan birikmalar hosil qiladi. O'yuvchi ishqorlar Kobalt eritmalariga ta'sir ettirilganda havorang $\text{So}(\text{ON})_2$ cho'kmaga to'shadi, havo ta'sirida esa u $\text{So}(\text{ON})_3$ ga o'tadi. Kobalt anorganik va organik birikmalar bilan 2 va 3 valentli kompleks birikmalar, ko'pgina metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Kobalt metalini Kobalt rudalaridan ajratib olish uchun dastlab rudalarni oksidlovchi sharoitda maxsus pechlarda kuydirib eruvchan holga o'tkaziladi.

Kobaltni boshqa metallardan tozalash uchun kimyoviy va gidrometallurgiya usullaridan foydalaniladi. Oxirgi mahsulot sifatida So_3O_4 olinadi. Uni ko'mir, vodorod, SO kabi qaytaruvchilar ishtirokida qaytarib yoki alyumotermiya va elektroliz usullari bilan metall holdagi Kobalt olinadi.



17 - rasm. Kobaltni rafinlash elektrolizyori.

1 –termostat; 2 -suvni qizdirish uchun shtuser; 3 –katod; 4 –anod;

5 –farfor elektrolizyor.

Hozirgi ajratib olinayotgan Kobaltning taxminan 65%i maxsus qotishma va po‘latlar, 10%i katalizatorlar, 10%i pigmentlar tayyorlashda qo‘llaniladi. Kobalt birikmalari rangli shishalar, keramika, organik sintez uchun katalizatorlar olishda, neft va ammiakni tozalashda, moy bo‘yoqlarni quritishda, chiroyli va turg‘un emal va bo‘yoqlar, yarimo‘tkazgichlar (CoSb_2 , CoSb_3) va o‘ta kesgich asboblari tayyorlashda ishlatiladi. So‘nggi yillarda radioaktiv ^{60}So ("Kobalt luskasi") tibbiyotda saraton kasalligini davolashda qo‘llanilmokda. Hayvonlardagi anemiya kasalligiga qarshi kurashda ham Kobaltdan foydalaniladi.

Kobalt elementi juda kam tarqalgan element bo‘lib, asosiysi mish‘yak – kobaltli rudalardir. Kobalt asosan mis, nikel, temir, rux va marganetsli rudalar tarkibida bo‘lib, yuqoridagi elementlar olinganda yo‘ldosh element sifatida olinadi.

Kobalt nikel va rux ishlab chiqarish sanoatning qo‘shimcha mahsulotlaridan olinadi. Kobalt oraliq mahsulotlari, ya‘ni nikel, mis, temir va boshqa elementlar kobalt oksidini gidrometallurgik yo‘l bilan qayta ishlanadi. Oksidning bir qismi kobalt olish uchun foydalaniladi, bu ko‘mir yoki uglerod oksidi bilan termik qaytariladi va keyin elektrolitik rafinlanadi.

Kobalt metallari o‘zining tuzidagi potentsiali hisoblangan muvozanat potentsialiga to‘g‘ri kelmaydi, ularning qiymati manfiy va beqaror. Ma‘lumki, bu metallar chiqishida potentsial va o‘ta kuchlanishi, harorat jiddiy ta‘sir qiladi. Metal o‘zining tuziga solinganda potentsiali metall ionlarining aktivligini hisoblangan muvozanat qiymatiga yaqinlashib boradi.

MA‘RUZA № 27

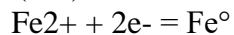
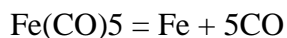
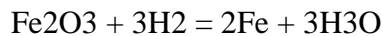
MAVZU: TEMIRNI ELEKTROLITIK OLISH

Reja:

1. Temir, tabiatda uchrashi.
2. Olinishi, fizik-kimyoviy xossalari,
3. Muhim birikmalari va ishlatilishi

Temirning atom massasi ($Z = 26$) 55,874 ga teng. Eramizdan avvalgi ikki minginchi yillar oxirida inson temirdan foydalana boshlagan. Meteoritdan odamlar davrlardan boshlab foydalanganlar, yerga har sutkada 20 ming tonnaga yaqin meteorit tushgan. Temir tabiatda erkin holda juda kam uchrab, uning minerallari keng tarqalgan. Uning sanoat uchun ahamiyatli rudalari jumlasiga Fe_3O_4 (72% Fe), gematit Fe_2O_3 (70% Fe), siderit FeCO_3 (48% Fe), pirit FeS_2 kabilar kiradi.

Metallurgiyada olinadigan temir toza bo'lmay, uning tarkibida C, S, P, Mn va Si kabi qo'shimchalar bo'ladi. Kimyoviy toza temir quyidagi usullarda olinadi: temir oksidni vodorod bilan qaytarish, temir penta karbonilni termik parchalash va tuzlari (xloridlari) ning suvli eritmasini elektroliz qilish



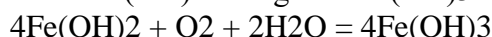
Temir texnikada asosan po'lat va cho'yan holida olinadi.

Temir- oq tusli yaltiroq metall, magnit maydoni ta'sirida magnitlanadi va magnit maydonining ta'siri to'xtagandan keyin ham magnit xossalarini saqlab qoladi, ya'ni temirning o'zi magnitga aylanadi. Bu temir guruhchasi elementlariga xos xususiyatdir. Kimyoviy xossasi jihatidan toza temir havo, nam ta'sirida korroziyalanmaydi, lekin qo'shimchasi bor temir havoda tez zanglaydi va $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ga aylanadi. Binobarin, temir buyumlar zanglaydi, unga qarshi kurashning har xil yo'llari bor. Temir suyultirilgan kislotalarda eriydi, konsentrlangan HNO_3 da passivlanadi, ishqorlarda esa erimaydi.

Temir havoda qizdirilganda va cho'g'langan temir bolg'alanganda Fe_3O_4 hosil bo'ladi. Qizdirilganda temir S, P, galogenlar va ba'zi metallar bilan birikadi. Temir birikmalari asosan ikki va uch valentlidir, olti valentli birikmalari ham bor.

Temir hayot uchun zarur element, u qondagi gemoglobin tarkibiga kiradi, gemoglobin kislorodni o'pkadan to'qimalarga olib boruvchi moddadir. To'qimalarda oksidlovchi-qaytaruvchi ferment vazifasini bajaradigan moddalar tarkibida ham temir bo'ladi. Sitoxrom va nafas fermentining qaytarilgan formasida Fe^{2+} bo'lib, ularning oksidlangan formasida Fe^{3+} bor. Odamning qonida ~2,5 g temir bo'ladi, odam organizmi temirni ovqatdan oladi, agar temir organizmda yetishmasa, kamqonlik kasaligi paydo bo'ladi. O'simliklarga yashil tus beruvchi xlorofill tarkibiga ham temir kiradi, agar o'simlikning bargida temir yetishmasa, barg sarg'ayib yaxshi o'smaydi va rivojlanmaydi.

Temir ikki qator birikmalarni hosil qiladi, uning FeO , Fe_2O_3 va Fe_3O_4 (aralash oksid $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) oksidlari mavjud. Temir (II) birikmalari temir (III) birikmalariga qaraganda beqarorroq, u hatto havo kislorodi ishtirokida ham temir (III) birikmalariga aylanadi. Temir (II) olinadigan tuzlarga, albatta, temir (III) birikmalari aralashmagan bo'lishi kerak. Odatda bunday sharoit hosil qilib bo'lmaydi shu sababli $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ni olganda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ham hosil bo'ladi



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ va $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tipik erimaydigan asos, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ da ancha kuchsiz amfoter xossalari bor. Temir (II) birikmalari orasida eng ahamiyatlisi, temir kuporosi $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ bo'lib, u suvda yaxshi eriydi, qishloq xo'jaligi zararkunandalariga qarshi kurashda va bo'yoqlar tayyorlashda ishlatiladi. FeCl_2 ancha gigroskop to'q sariq kristall modda, havodan suvni yutib, jigarrang bo'tqaga aylanib qoladi. Temir (II) tuzlari H_2SO_4 , HNO_3 yoki KMnO_4 bilan qizdirilganda osonlik bilan temir (III) tuzlariga aylanadi

$6\text{FeSO}_4 + 2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ Fe^{2+} ko'pgina kompleks birikmalar hosil qiladi, agarda tuz eritmasiga KCN qo'shilsa, oq cho'kma $\text{Fe}(\text{CN})_2$ hosil bo'ladi, ustiga yana KCN ta'sir ettirilsa, cho'kma erib, geksasianoferrat (II) kompleks tuzi hosil bo'ladi



Bu tuz analitik kimyoda Fe^{3+} kationini topish uchun ishlatiladi

$4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ Hosil bo'lgan ko'k rangli cho'kma "berlin lazuri" deb yuritiladi.

Temir (III)-gidroksidni qizdirish bilan qizg'ish-qo'ng'ir tusli modda Fe_2O_3 olinadi. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – kuchsiz asos, temir (III) tuzlariga NH_3 yoki ishqor ta'sir ettirib olinadi; suvda erimaydi, lekin kuchli kislotalarda eriydi. Temir (III) tuzlari yaxshi gidrolizlanadi, ulardan eng

muhimi FeCl_3 bo'lib, yashil tovlanadigan yaproqchalar shaklida hosil bo'ladi. FeCl_3 suvda yaxshi eriydi, kuchli gigroskopik modda, yaxshi gidrolizlanadi. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ va $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ gazlamalarni bo'yashda bo'yoqni o'chmaydigan qilish uchun va ipakni og'irlashtiruvchi sifatida ishlatiladi. Bu maqsadda temirli achchiqtoshlardan $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ham keng foydalaniladi. Fe^{3+} ning geksasianoferrat (III) kompleks tuzi analitik kimyoda Fe^{2+} ionini topish uchun ishlatiladi

$3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ Ko'k rangli bu cho'kma "turnbul ko'ki" deyiladi. Temir (III) tuzlari rodanidlar bilan reaksiyaga kirishib, qizil-qon rangli $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ni hosil qiladi, bu ham Fe^{3+} ionini aniqlashda ishlatiladi.

Olti valentli temir birikmalari ham ma'lum bo'lib, ferrat kislotasi H_2FeO_4 ning tuzlari ferratlardir. Ferrat kislotasi va unga muvofiq keladigan FeO_3 oksid hozircha erkin holda olingan emas, ferratlar g'oyat kuchli oksidlovchi moddalardir.

Temir qora metallurgiyaning asosidir, shuning uchun ham u ko'plab qazib olinadi. Temir faqat qotishmalar holida ishlatiladi, uning eng muhim qotishmalari cho'yan va po'latdir. Cho'yanning po'latdan asosiy farqi tarkibidagi uglerod miqdoridir (cho'yanda 2-4%, po'latda 0,3-1,7%).

Tabiatda uchrashi. Temir tabiatda eng ko'p tarqalgan metallardan hisoblanadi. U erkin holda koinotdan yerga tushadigan meteoritlar tarkibida ham bo'ladi. Undan tashqari, temir turli minerallar tarkibida ham uchraydi. Shuning uchun temir sof holda turli minerallardan qaytarish usuli bilan ajratib olinadi. Temir rudalari ichida qo'yidagilari ahamiyatlidir;

a) magnitli temirtosh (Fe_3O_4). Bu ruda tarkibida temirning ikki va uch valentli holatiga mos keladigan oksidlari bor, Rudaning eng yirik konlari Uralda, O'zbekistonda uchraydi;

b) qizil temirtosh (Fe_2O_3). Uning tarkibi, asosan, uch valentli temir oksididan tashkil topgan. Fe_2O_3 ning eng yirik konlari Rossiyadagi Krivoy Rog konidir.

c) qo'ng'ir temirtosh. Uning tarkibida ham yuqoridagi temir birikmasidan iborat bo'lsa-da, lekin bir molekula kristallgidrat suvi bo'ladi; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Temirning fizik va kimyoviy xossalari. Temir erkin holda kumush rangiq yaltiroq metal, zichligi $7,87 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish temperaturasi 1536°C va qaynash temperaturasi 2600°C .

Temir oson magnitlanadi va magnitsizlanadi. Elektr tokini va issiqlikni yaxshi o'tkazadi hamda plastiklik xususiyatiga ega. Temir massa sonlari 54,56 (asosiy), 57 va 58 bo'lgan to'rtta barqaror izotoplari aralashmasidan iborat. Temirning 6 ta sun'iy izotopi olingan; Fe^{52} , Fe^{53} , Fe^{55} , Fe^{59} , Fe^{60} , Fe^{61} . Temir metallarning faollik qatorida o'rtada joylashgan. Nam havoda tez oksidlanadi va asta-sekin zanglaydi.

MA'RUZA № 28

MAVZU: QALAYNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

1. Temir, tabiatda uchrashi.
2. Olinishi, fizik-kimyoviy xossalari,
3. Muhim birikmalari va ishlatilishi

Qalay — Qalay qadimdan ma'lum; uning mis bilan qotishmasi — bronza (tunj)dan odamlar miloddan qariyb 4 ming yil ilgari foydalana boshlaganlar.

Qalay Yer po‘stining massa jihatidan 8T0~3% ini tashkil etadi. Q tabiatda erkin holda deyarli uchramaydi. Uning 24 ta minerali ma’lum, shulardan muhimi qalaytosh — kassiterit 5p02 va stannin Si2G‘e5p54.

Qalay — havoda asta-sekin xiralashadigan yaltiroq oq metall; zichligi 7,29 g/sm³. 2 modifikatsiyasi bor. 0modifikatsiyasi (oq tusli) 13,2° dan yuqori trada barqaror; u tetragonal shaklda kristallanadi. 3Q. sovutilsa, kub strukturali kulrang ssQ (zichligi 5,75 g/sm³)ga aylanadi. Kulrang Qalay suyuqlantirilganida oq Qalay hosil bo‘ladi. Qalayning suyuqlanish temperaturasi 231,9°, qaynash temperaturasi =2600°. Qalay boshqa metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Oddiy trada havoda ham, kislorodda ham oksidlanmaydi; suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, kimyoviy jihatdan faol emas. Galogenlar bilan uchuvchan tetragalogenidlar (mas, 5pS14) hosil qiladi. Konsentrlangan xlorid kislotada qizdirilsa, 8pS12hosil bo‘ladi (qarang [Qalay xloridlari](#)). Konsentrlangan qaynoq sulfat kislotani 802ga qadar qaytaradi. Suyultirilgan nitrat kislotasi bilan reaksiyaga kirishganida ammiakka qadar, konsentrlangan nitrat kislotasi ta’sirida 1\YU2ga qadar qaytariladi. Qalay zar suvidya juda yaxshi eriydi. Amfoter xossaga ega bo‘lganligi uchun kuchli ishqorlarda erib stanninlarga; ishqorda oksidlovchilar ishtirokida eritilsa, kislotasi tuzlariga aylanadi. Qalay o‘z birikmalarida 2 va 4 valentli. 2 valentli Qalay birikmalari tez oksidlanishi sababli qaytaruvchilar sifatida ishlatiladi. Q birikmalaridan 8pO — qora tusli, 8p5 — to‘q jigarrang (8p8, — sariq tusli; Qalay sulfidlari); qolgan birikmalari deyarli rangsiz. Qalay kislotalarda ham, ishqorlarda ham eriganida vodorod ajralib chiqadi.

Qalay rudalarida volfram, titan, lantanoidlar va boshqalar nodir metallarning qo‘shilmasi bo‘ladi. Bu rudalarni turli usullar bilan boyitib, tarkibida 50—70% Qalay bo‘lgan konsentrat hosil qilinadi. Konsentratda bo‘lgan AS va 5 ni yo‘qotish uchun 600—700° da kuydiriladi. Temir, vismut, surma va boshqalar qo‘shilmalardan tozalash uchun konsentratga konsentrlangan NS1 eritmasi qo‘shib ishlanganidan keyin, qoddiq ko‘mir bilan maxsus pechlarda eritiladi; tarkibida Qalay bor toshqollar qayta ishlanib, xomaki Qalay olinadi (uning tarkibida 94—98% Qalay bo‘ladi). Qalayni tozalashda SO₂, SO, Al₂O₃, AlN₃kabi zaharli moddalar ajralib chiqishi sababli mehnat gigiyenasi qoidalariga rioya qilish lozim.

Ishlab chiqarilgan Qalayning 50% ga yaqini ikkilamchi metallardir. U oq tunuka chiqindilari, temirtertsak va turli qotishmalardan olinadi. Qalayning 40% ga yaqini konserva sanoati uchun oq tunuka tayyorlashga sarflanadi, qolgan qismi esa kavsharlar, podshipnik va bosmaxona qotishmalari tayyorlashga ketadi.

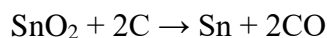
Qalay / Stannum (Sn)		Kristall panjarasi		Kimyoviy xossalari	
Atom raqami	50	Panjarasi tuzilishi	tetragonal	Kovalentlik radiusi	141 pm
Ko‘rinishi	Sariq-kumush rangli yumshoq metall	Panjarasi davri	5,820 Å	Ion radiusi	(+4e) 71 pm (+2) 93 pm
Atom xossasi		Panjarasi/atom nisbati	n/a	Elektrmanfiylik (puling bo‘yicha)	1,96
Atom massasi (molyar massasi)	118,71 m. a. b. (g/mol)	Debye harorati	170,00 K	Elektrod potentsiali	0
Atom radiusi	162 pm			Oksidlanish darajasi	4, 2
Ionlashish energiyasi (birinchi elektron)	708,2 (7,34) kJ/mol (eV)			Termodinamik xossalari	
Elektron konfiguratsiyasi	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ²			Zichlik	7,31 g/sm ³
				Solishtirma issiqlik sig‘imi	0,222 J/(K·mol)
				Issiqlik o‘tkazuvchanlik	66,8 W/(m·K)
				Erish harorati	505,1 K
				Erish issiqligi	7,07 kJ/mol
				Qaynash harorati	2 543 K
				Qaynash issiqligi	296 kJ/mol
				Molyar hajm	16,3 sm ³ /mol

Qalay. $Z=50$ elektron konfiguratsiyasi: KLM $5s^2 5p^2$. Qalayning 10 dan ortiq sun'iy radioaktiv izotoplari olingan. Qalay insoniyatga qadim zamonlardan beri ma'lum element.

Qalay tabiatda erkin holatda deyarli uchramaydi, uning eng muhim minerali qalaytosh SnO_2 bo'lib, eng boy rudalarda 5-6% qalay uchraydi.

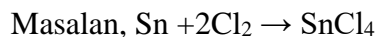
Olinishi:

Qalaytosh yuqori haroratda ko'mir bilan qaytarib qalay olinadi:

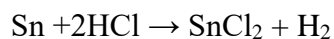


Konserva bankalarini qayta eritish yo'li bilan va elektroliz usulida ham qalay olinadi.

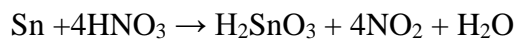
Qalay oson yassilanadigan va oson suyuqlanadigan kumushdek oq va yumshoq metall. U polimorf modda, odatdagi oq qalay (β - qalay) + 13,2 C dan yuqorida barqaror bo'lib, tetragonal kristall panjaraga ega. Agar β - qalay qattiq (-33°C gacha) sovutilsa, u kul rang tusli va kubik strukturadagi α – qalayga aylanadi. Qalay odatdagi haroratda havoda ham, kislorodda ham oksidlanmaydi. Suv bilan reaksiyaga kirishmaydi, suyultirilgan kislotalar qalayga juda sekin ta'sir etadi. Kuchli oksidlovchilar yuqori [haroratda qalayni oksidlab](#), uni ikki va to'rt valentli holatda o'tkazadi.



Qaynoq konsentrlangan xlorid kislota qalayni eritadi:



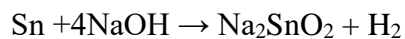
Qaynoq konsentrlangan nitrat kislota qalay bilan reaksiyaga kirishib, qalayni suvda va kislotalarda erimaydigan oq tusli kukunga – β stannat kislotaga aylantiradi.



Qaynoq konsentrlangan sulfat kislota qalay bilan reaksiyaga kirishib qalay (IV)- sulfatga o'tadi:



Qalay amfoter xossaga ega bo'lganligi sababli, kuchli ishqorlarda erib stannitlarga aylanadi:



Qalayning ikkita oksidi: qalay (II) – oksid SnO – qora tusli va qalay (IV)- oksid SnO_2 olinadi.

SnO_2 suvda va xlorid kislotada erimaydi, lekin konts. sulfat kislotada uzoq qizdirilganda u qalay (IV)-sulfatga aylanadi. SnO_2 ishqor eritmalarida erimaydi, lekin qizdirilganda quruq holatdagi ishqor bilan reaksiyaga kirishadi.

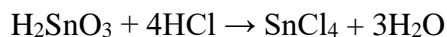
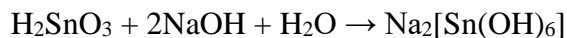
Qalay (IV)-gidroksid – $\text{Sn}(\text{OH})_4$ – amfoter gidroksid bo'lib, unda kislota xossalari ustun turadi. U α – stannat kislota va ikkinchisi β – stannat kislota shaklida bo'ladi. Yangi cho'ktirilgan va kislotalarda eruvchan qalay (IV)-gidroksid α – stannat kislota deb yuritiladi. Uning tarkibi $\text{SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ formula bilan ifodalash mumkin. Bu modda uzoq vaqt tursa, gel shaklidagi β – stannat kislota aylanib qoladi.

α – stannat kislota H_2SnO_3 SnCl_4 eritmasiga ammiakning suvdagi eritmasi ta'sir ettirilganda hosil bo'ladi:



Cho'kma quritilganda sekin-asta suvini yo'qotadi, [bora-bora toza \$\text{SnO}_2\$](#) hosil bo'ladi. Shuning uchun muayyan tarkibli birorta ham kislota hosil qilib bo'lmaydi.

α – stannat kislota ishqor va kislotalarda eriydi:



β – stannat kislota esa ishqorlarda ham, kislotalarda ham erimaydi.

Qalay (II) – gidroksid SnO qalayning kislorod kam joyda yonishidan yoki $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ning SO_2 atmosferasida parchalanishidan hosil bo'ladi. Uning asosli xossalari qalay (IV)- oksidnikidan kuchliroq ifodalangan.

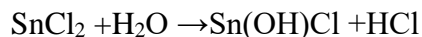
SnO qizdirilganda parchalanadi (havosiz joyda 400°C da):



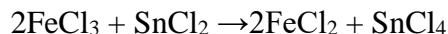
Qalay (II) – gidroksid $\text{Sn}(\text{OH})_2$ oq tusli suvda kam eruvchan amfoter modda. U ishqorlarda erisa, stannitlar hosil bo'ladi.



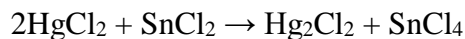
Qalay (II) – xlorid- SnCl_2 kuchli elektrolit bo'lib, tuz xossalariga ega, suvda yaxshi eriydi. SnCl_2 eritmasi qizdirilganda yoki unga suv qo'shib juda suyultirilganda, qisman gidrolizlanib, gidroksi tuz cho'kmasi hosil bo'ladi:



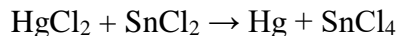
U metall xloridlari bilan $\text{Me}_2[\text{SnCl}_4]$ masalan, $\text{K}_2[\text{SnCl}_4]$ tarkibli komplekslar hosil qiladi. SnCl_2 kuchli qaytaruvchidir. Mas: FeCl_3 ni FeCl_2 ga qaytaradi:



Simob eritmasiga SnCl_2 ta'sir ettirilsa, kalomelning oq cho'kmasi hosil bo'ladi:

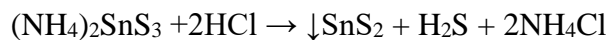
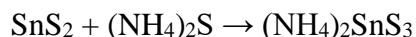
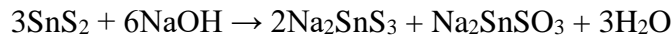


Agar SnCl_2 ortiqcha bo'lsa, sulemanın [qaytarilishi davom etib](#), simob metali hosil bo'ladi:



Qalayning oltingugurt bilan ikkita birikmasi ma'lum: ulardan biri – qalay monosulfid SnS , ikkinchisi – qalay disulfid SnS_2 dir.

Qalay disulfid SnS_2 ga ishqor qo'shib qizdirilsa, tiostannatlar hosil bo'ladi:



MA'RUZA № 29

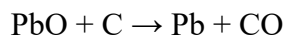
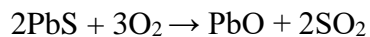
MAVZU: QO'RG'OSHINNI ELEKTROLITIK RAFINLASH

Reja:

1. Temir, tabiatda uchrashi.
2. Olinishi, fizik-kimyoviy xossalari,
3. Muhim birikmalari va ishlatilishi

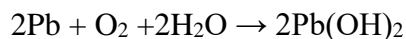
Qo'rg'oshin *Rb.Z=82* elektron konfiguratsiyasi: KLMN $6s^2 6p^2$. Qo'rg'oshinni rudalardan ajratib olish oson bo'lganligi uchun qo'rg'oshin insonlarga qadim zamonlardan beri ma'lum. U faqat birikmalar holida uchraydi. Qo'rg'oshinning eng muhim minerali galenit yoki qo'rg'oshin yaltirog'i PbS dir. Uning anglezit (PbSO_4), serussit (PbSO_3), krokoit (PbCrO_4) kabi minerallari ham sanoat ahamiyatiga ega.

Olinishi

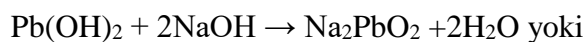


Qo'rg'oshin kul rang tusli yaltiroq metall bo'lib, uning sirti havoda xiralanib qoladi. Qo'rg'oshinni pichoq bilan kesish mumkin, u og'ir metall. Issiqlik va elektr tokini ancha yomon o'tkazadi.

Qo'rg'oshin kislorod ishtirokida suv bilan reaksiyaga kirishadi:



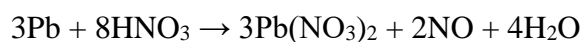
Hosil bo'lgan $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – amfoter xossasiga ega:



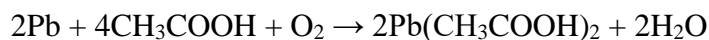
Qo'rg'oshin galogenlar bilan sal qizdirilgandayoq shiddatli reaksiyaga kirishib PbF_4 , PbF_2 , PbSI_2 , PbBr_2 , PbI_2 , PbI_4 tarkibli birikmalarni hosil qiladi.

Qo'rg'oshin azot bilan bevosita birikmaydi. U ko'pchilik metallar bilan intermetall birikmalar hosil qiladi.

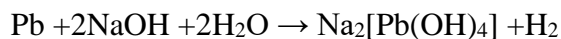
Suv yuqori haroratda qo'rg'oshin sirtidagi oksid pardani erita olishi sababli, qo'rg'oshin issiq suvda asta-sekin oksidlanadi. Qo'rg'oshin, xlorid va [sulfat kislotalarda eriy oladi](#), lekin bu vaqtda uning sirti oz eruvchan xlorid va sulfat qavatlar bilan qoplanib qolishi sababli, erish jarayoni sustlashib ketadi. Qo'rg'oshin suyultirilganda nitrat kislotalarda yaxshi eriydi:



Qo'rg'oshin sirka kislotalarda ham eriydi:

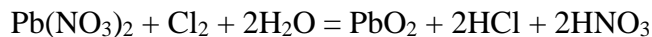


Qo'rg'oshin, xuddi qalay kabi, konts. ishqor eritmasida qaynatilganda eriydi va vodorod gazi ajralib plyumbitlar hosil bo'ladi:

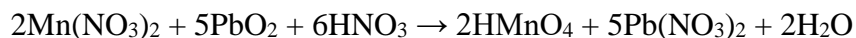


Qo'rg'oshin kislotalarda eriganda ikki valentli qo'rg'oshin tuzlari hosil bo'ladi. Ikki valentli qo'rg'oshin birikmalari nihoyatda mustahkam, ularni to'rt valentli qo'rg'oshin birikmalariga o'tkazish uchun kuchli oksidlovchilar ta'sir ettirish kerak. Ikki valentli qo'rg'oshin birikmalari qaytaruvchilik xossasini namoyon etmaydi, to'rt valentli qo'rg'oshin birikmalari esa kuchli oksidlovchilar hisoblanadi.

Qo'rg'oshin uch xil oksid: PbO , PbO_2 , Pb_3O_4 hosil qiladi. Ular rangli moddalardir. Qo'rg'oshinning barcha birikmalar zaharli.



PbO_2 – qo'ng'ir tusli kukun bo'lib, kislotali muhitda juda kuchli oksidlash xossasini namoyon qiladi. Masalan, kislotali muhitda ikki valentli marganesni etti valentli holatga o'tkazadi:



Qo'rg'oshin (IV)- oksid 344°C ga qadar qizdirilganda Pb_3O_4 va kislorodga ajraladi. Agar qo'rg'oshin (IV)- oksidga o'yuvchi natriy qo'shib qizdirilsa,

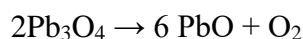
$\text{Na}[\text{Pb}(\text{OH})_6]$ tarkibli kompleks birikma hosil bo'ladi. Bu tuz suv yo'qotganda metaplyumpat Na_2PbO_3 ga aylanadi.

Surik Pb_3O_4 ortoplyumbat kislota H_4PbO_4 ning qo'rg'oshinli tuzidir. $\text{Pb}_2[\text{PbO}_4]$. U qovoq rang kukun.

Surik Pb_3O_4 – kuchli oksidlovchi, masalan, kaliy yodidni kislotali muhitda yodga qadar oksidlaydi:

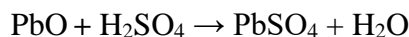


Surik 500°C ga qadar qizdirilganda termik dissotsilanish ro'y beradi:

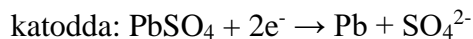


Surik HNO_3 qo'shib qizdirilganda parchalanadi, bunda NO_2 ajralib chiqadi

Qo'rg'oshin akkumulyator. Elektr berilganda elektr energiyani kimyoviy energiyaga o'tkazib, elektr olganda aksincha kimyoviy energiyani elektr energiyaga aylantiradigan asbob – **akkumulyator** deb ataladi. Qo'rg'oshinli akkumulyator – sirtida kataklari bor ikkita qo'rg'oshin plastinkadan iborat, uning bu kataklari suvda qorilgan PbO bo'tqasi bilan to'ldiriladi. Ikkala platinka ham shisha idishdagi suyultirilgan sulfat kislota (zichligi 1,2 g/ml) eritmasiga tushiriladi. Bu vaqtda



Reaksiyasi sodir bo'ladi-da, plastinkalar sirtida doimiy tok o'tkazilsa, manfiy elektrodda g'ovak qo'rg'oshin cho'kadi:

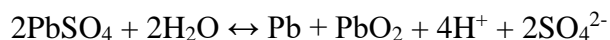


Musbat elektrodda qo'rg'oshin (IV)- oksid hosil bo'ladi:



Bu tenglamalarni bir biriga qo'shib, akkumulyatorning zaryadlanishida bo'ladigan reaksiyalarning umumiy tenglamasini hosil qiladi:

zaryadlanish



Akkumulyator etarli darajada elektrlanib bo'lganda uning manfiy plastinkasi g'ovak qo'rg'oshin **qavati bilan**, musbat plastinkasi esa PbO_2 qavati bilan qoplanadi. Bu jarayon natijasida sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasi ortadi. Akkumulyator zanjirga ulansa, uning o'zi tok manbai bo'lib qoladi, endi akkumulyatorida elektrsizlanish jarayoni ketadi, bu jarayonning yo'nalishi elektrlanish jarayonining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Endi katodda ham, anodda ham qo'rg'oshin ikki valentli holatga o'tadi.

Katodda: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2e^- = \text{PbSO}_4$ reaksiyasi

Anodda esa $\text{PbO}_4 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e} = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ketadi.

Bu jarayon vaqtida sulfat kislota eritmasining konsentratsiyasi pasayadi.

MA'RUZA № 30

MAVZU: ELEKTROMETALLURGIYADA HAVFSIZLIK TEXNIKASI VA ATROF MUHITNI MUXOFAZA QILISH.

REJA:

1. Elektrometallurgiyada xavfsizlik texnikasi
2. Ishlab chiqarishdagi asosiy xavfsizlik qoidalari
3. Atrof - muhit muhofazasi

Suyuqlanmalarni elektroliz qilishga asoslangan sanoat sexlarini 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.

Issiqlik 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.

HF 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 korxonalarini 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 gazzimon 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.

Ishlab chiqarishdagi asosiy xafsizlik qoidalari

Asosiy sexlar klassifikatsiyasi bo'limlar va tashqi qurilmalar porlovchi yonuvchi elektr uskunalari va sanitariya geyena qoidalarining xarakteristikalarini quyidagi jadvalda berilgan.

4-Jadval

Sex nomi va qurilmalar bo'linmalari.	Ishlab chiqarish kateqoriyasi SNIP P-M2-72	Binolar va elektr qurilmalar va tashqi uskunalari bo'yicha klassifikatsiya.		Sanitariya geyena.
		Joylashish xonasining qurilmalar bo'yicha tartibi	Elektr qurilmalar va portlovchi aralashmalar kateqoriyalari va qurilmalari	Bo'yicha ishlab chiqarish qurilmalari
1. Elektrolitik bo'lim.		V – 1b	4a/T1	
2. Ishqoriy bo'lim.		Portlash uchun xavfsiz emas	-	
3. Agregatlar.		Portlash uchun xavfsiz	4a/T1	
4. Gaz analiz qilish qurilmasi		V – 1b	4a /T1	
5. Gazlarni analiz qilish foydalanish xonasi.		Portlash xavfi yo'='		
6. Elektr elektrodlar va elektr qurilmalar ni ko'rsatuvchi xona.				
7. Tashqi maydon rezervuarlar uchun.		V – 1t	4a/T1	

2.LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

MAVZU: XOSSALARI BIR-BIRIGA YAQIN ELEMENTLARNI ELEKTROLITIK USULDA AJRATIB OLIISH

1-LABORATORIYA ISHI

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 xaqida 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 laborotoriya 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 oqibatlariga 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 kislotaga 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 kislotaga sachrasa, darhol 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 kislotaga yoki ishqor sachragan bo'lsa, ko'zni yaxshilab suv bilan yuvish, so'ngra darhol 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.

2-LABORATORIYA ISHI

KALIY GIDROKSIDNI OLISH

1 – tajriba. Kaliy yodid eritmasining elektrolizi

U – simon nay yoki ikkita kichik stakancha olib, uni yarmigacha kaliy yodid eritmasidan quyuing va grafit elektrodni tushiring. Agar tajriba uchun stakanlar olingan bo'lsa, stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan KNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrodni o'zgarmas tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa yod ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrodni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien, yod ajralayotgan tomoniga esa 1–2 tomchi yangi tayyorlangan kraxmal eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

2 – tajriba. Kaliy xlorid eritmasining elektrolizi

Ikkita kichik stakancha olib, uni yarmigacha kaliy xlorid eritmasidan quyuing va grafit elektrodni tushiring. Stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan KNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrodni o'zgarmas tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa xlor ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrodni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

3-LABORATORIYA ISHI

O'YUVCHI NATRIYNI OLISH

1 – tajriba. Natriy yodid eritmasining elektrolizi

Ikkita kichik stakancha yoki U – simon nay olib, uni yarmigacha natriy yodid eritmasidan quyuing va grafit elektrodni tushiring. Agar tajriba uchun stakanlar olingan bo'lsa, stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan NaNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrodni o'zgarmas tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa yod ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrolarni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien, yod ajralayotgan tomoniga esa 1–2 tomchi yangi tayyorlangan kraxmal eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

2 – tajriba. Natriy xlorid eritmasining elektrolizi

Ikkita kichik stakancha olib, uni yarmigacha natriy xlorid eritmasidan quyung va grafit elektrolarni tushiring. Stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan KNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrolarni o'zgarmas tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa xlor ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrolarni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

4-LABORATORIYA ISHI

Suvni elektroliz qilish monopolyar vannasining balansini o'rganish

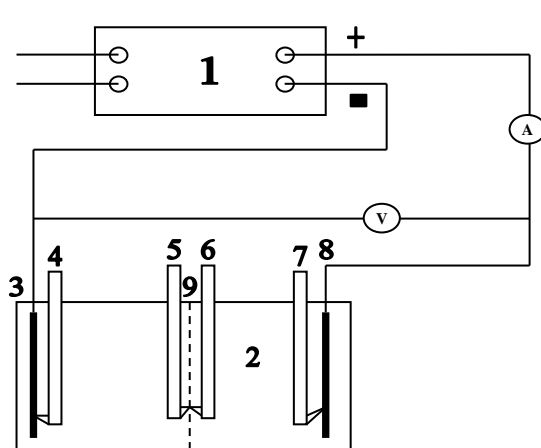
Ishning maqsadi: elektrod materiali va tok zichligining elektrolizyor kuchlanishi balansiga ta'sirini o'rganish, gaz bilan to'ldirilish koeffitsienti (k_g) va elektrolitning gaz bilan to'ldirilishini aniqlash (g).

Tayanch iboralar: monopolyar vanna, energiya sarfi, kuchlanish balansi, elektrolit, diafragma, elektrolitik vodorod.

Kerakli jihozlar va uskunalar:

tajriba laboratoriya elektrolizyorida amalga oshiriladi. Unda kuchlanish balansini tajribada aniqlashni o'rganishda quyidagi kattaliklar aniqlanadi: vannadagi umumiy kuchlanish, anod potentsiali, katod potentsiali, diafragmadagi kuchlanishning tushishi, diafragmadagi va elektrolitdagi kuchlanishning tushishi.

Elektrolizyorni ulash sxemasi 4.1- rasmda ko'rsatilgan.



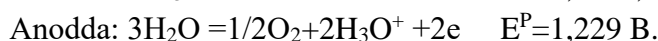
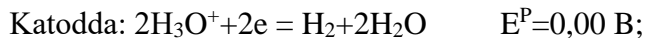
4.1-rasm. Elektrolizyorni ulash sxemasi

1- to'g'rilagich; 2- elektrolizyor; 3,8- elektrolar; 4,7- taqqoslash elektrolari holati; 9- diafragma.

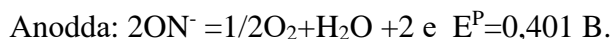
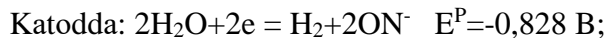
Nazariy ma'lumotlar

Suvni elektrolitik parchalash oddiy yo'l bilan toza vodorod olish imkonini beradi. Bunda oraliq maxsulot sifatida kislorod ham olish mumkin. Toza suv elektr tokini yomon o'tkazadi. Suvning amalda elektrolizini olib borishda uning elektr o'tkazuvchanligini oshirish uchun quyidagi qo'shimchalar qo'shiladi: H_2SO_4 , KOH , Na_2CO_3 , K_2CO_3 .

Kislotali eritmalarini elektroliz qilishda elektrodalarda quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Ishqoriy eritmalarda esa quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:



Elektrolitik vodorod olish ko'p miqdorda energiya sarflanishni talab qiladi. Energiyaga sarflangan xarajatlar ishlab chiqarish xarajatlarining ancha qismini tashkil etadi. Elektrolitik vodorod olishda solishtirma energiya sarfini kamaytirish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

$1m^3$ vodorodga to'g'ri keladigan doimiy tok energiyasining amaldagi sarfi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$W_{\text{amal}} = U \cdot 1000 / (VT \cdot q),$$

Bunda U - vannadagi kuchlanish, V ;

VT - tok bo'yicha chiqish (birlik ulushlarda);

q - vodorodning elektrokimyoviy ekvivalenti, $l/A \cdot \text{soat}$,

u $22,4 / (2 \cdot 26,8)$ ga teng;

1000 - litrdan m^3 ga o'tish koeffitsienti;

Kuchlanish balansini tuzish elektrolizyorni ratsional loyihalashtirish masalasini echishga va undan foydalanishning optimal shartlarini bajarishga imkon beradi.

Suvni elektrolizlash vannasining kuchlanish balansi:

$$U = E_a^P - E_k^P + \eta_a - \eta_k + \Delta U_{el} + \Delta U_d + \Delta U_e + \Delta U_{kont},$$

Bunda, E_a^P va E_k^P - anod va katodning muvozanatli potentsiallari, V ; η_a va η_k - anodda kislorodning va katodda vodorodning qayta kuchlanish bo'yicha ajralishi, V ;

ΔU_{el} , ΔU_d , ΔU_e , ΔU_{kont} - elektrolit, diafragma, elektrodlar va kontaktlarda kuchlanishning tushishi, V ;

Elektrolitdagi kuchlanishning tushishi:

$$\Delta U_{el} \cdot j_{cp} \cdot l \cdot p \quad \text{yoki} \quad \Delta U_{el} = K_g \cdot j_{sr} \cdot l/x$$

bunda K_g - gaz bilan to'ldirilish koeffitsienti;

p - elektrolitning solishtirma qarshiligi, $Om \cdot m$;

l - elektrodlar orasidagi masofa, m ;

j_{cp} - tok zichligi, A/m^2 ;

x - elektrolitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, Sm/m .

Solishtirma qarshilik elektrolitning tarkibi, konsentratsiyasi va temperaturasi bog'liq. Suvni elektroliz qilishda uning qiymati eritma gaz pufakchalari bilan boyib borishi bilan ortadi. Bunday elektrolitning solishtirma qarshiligi:

$$\rho_{\text{gaz}} = K_g \cdot \rho \text{ formuladan topiladi.}$$

Bunda, koefitsient K_1 birdan katta va uning gaz bilan to'ldirilishiga bog'liqligi Mashovets tenglamasidan topiladi:

$$K_1 = 1/(1-1,78G+G^2),$$

Bunda, G- elektrolizyorning gaz bilan to'ldirilishi (gaz pufakchalari hajmining elektrolit umumiy hajmiga nisbati). Gaz bilan to'ldirish gaz zichligiga, elektrodning tuzilishiga, elektrolitni aralashtirish tezligiga, elektrodlar orasidagi masofaga, hamda bosimga bog'liq. Gaz bilan to'ldirish qiymatiga bog'liq ravishda solishtirma qarshilik ρ_{gaz} ni qiymati ρ dan 2ρ gacha o'zgaradi.

20-30% li KOH eritmaları uchun 20°C da solishtirma elektr o'tkazuvchanlik qiymati χ_{20}^0 quyidagicha bo'ladi:

KOH ning massaviy ulushi, %	20	22	24	26	28	30
χ_{20}^0 , Sm/m	55,3	25,5	59,5	60,6	59,6	58,0

NaOH eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi konsentratsiyaning 15-21 % oraligida kam o'zgaradi:

NaOH ning massaviy ulushi, %	15	17	19	21
χ_{20}^0 , Sm/m	33,5	34,0	34,1	33,7

Diafragma kuchlanishning tushishi ΔU_d ning qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$\Delta U_d = I \alpha \beta^2 / (xPS)$$

Bunda, I- tok, A; α -diafragma qalinligi, m; β - g'ovakliklarning egri-bugrilik koefitsienti (g'ovaklik uzunligining diaframa uzunligiga nisbati); P- hajmiy g'ovaklik (g'ovakliklar hajmining diafragma hajmiga nisbati);

S- diafragma sirtining gabarit yuzasi, m².

Hisoblashlar uchun $\beta = 1,5$; $P = 0,5$ deb qabul qilish mumkin.

Elektrod va kontaktlardagi kuchlanishning yo'qolishi shartli qiymat 0,1V ga teng baholanishi mumkin.

Elektrolitdagi kuchlanishning tushishini o'lchab va uning qiymatini gaz bilan to'ldirishsiz hisoblab, K_g ni topish mumkin:

$$K_g = \Delta U_{el} / j \cdot p \cdot l$$

Mashovets tenglamasiga o'zgartirishlar kiritib,

$$G_g - 1,78G + (K_g - 1)/K_g = 0$$

ni hosil kilamiz.

Gaz bilan to'ldirishni hisoblash kvadrat tenglama ildizlarini diskriminantlar bo'yicha topishga asoslangan:

$$\Gamma_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

bunda, $a = 1$; $b = -1,78$; $s = (K_g - 1)/K_g$

Ma'lum konstruksiyali vanna va uning ishlash rejimini bilish bilan kuchlanishni hisoblash mumkin. Lekin bunda hisoblashlar bilan olingan qiymat uning amaldagi kuchlanish qiymatiga taxminan javob beradi. Hisoblashlarda kuchlanishni tashkil kiluvchi alohida kattaliklarni (anodning asta-sekin oksidlanishi, ishqoriy elektrolitning karbonot kislota tuzlari bilan boyishi va uning solishtirma qarshiligining ortishi) to'liq e'tiborga olib bo'lmaydi. Kuchlanishning tashkil etuvchilarini tajriba yo'li bilan aniq o'lchash mumkin.

Ishning mazmuni

Kuchlanish balansini tajribada aniqlashni o'rganishda quyidagi kattaliklar aniqlanadi: vannadagi umumiy kuchlanish, anod potentsiali, katod potentsiali, diafragmadagi kuchlanishning tushishi, diafragmadagi va elektrolitdagi kuchlanishning tushishi.

To'g'ri burchak shaklidagi ochiq ko'rinishdagi elektrolizyor viniplastdan tayyorlanadi. Diafragma yordamida u teng ikki - anodli va katodli qismlarga bo'linadi. Uning konstruksiyasiga turli xil materillardan (asbest, mipor, miplast, keramika) tayyorlangan diafragmalar o'rnatish mumkinligi hisobga olinadi. Olib borilayotgan tajribalarning maqsadiga bog'liq ravishda po'latli, nikeli, misli va boshqa elektrodlardan foydalaniladi. Vannaga elektrodlar bir-biridan turli masofalarda o'rnatilishi mumkin. Elektrolit vannaga elektrodlar eritmaga to'liq botgunga qadar qo'yiladi. Elektrolitning tezda karbonizatsiyalanishining oldini olish uchun elektrolizyor maxsus qopqoq bilan yopilishi kerak.

Ishni bajarish tartibi

Taqqoslash elektrodleri sifatida kumush xloridli elektrodlardan foydalaniladi. Berilgan tok kuchi qiymatida potentsiallarni o'lchasdan oldin 10 minut davomida elektroliz o'tkaziladi. Anod potentsiali anod 8 va taqqoslash elektrodi 7 orasidagi potentsiallar farqini o'lchash bilan aniqlanadi. Katod potentsiali esa katod 3 va taqqoslash elektrodi 4 orasidagi potentsialni o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Kuchlanishni tushishi $\Delta U_{el} + \Delta U_d$ elektrodlar va 4 va 7 xolatlar orasidagi farqga teng bo'ladi. 5 va 6 nuqtalardagi elektrodlar bilan diafragmadagi kuchlanishning tushishi aniqlanadi.

Tajribalarni olib borish tartibi va o'lchash natijalarini quyidagi jadvallar ko'rinishida tasvirlash tavsiya etiladi.

Jadval 4.1.

№	Aniqlanadigan parametr	O'lchov birligi	Tajriba raqami				
			1	2	3	4	5
1	Elektrolit tarkibi KOH yoki NaOH	g/l					
2	Elektrolit xarorati	°S					
3	Anod materiali	-					
4	Katod materiali	-					
5	Katodning tok zichligi	A/m ²					
6	Elektrodlar orasidagi masofa	m					
7	Diafragma materiali	-					
8	Diafragma qalinligi	m					

Jadval 4.2.

Kuchlanish balansini tashkil etuvchilarni o'lchash ma'lumotlari

τ , min	j , A/m^2	I , A	U , B	K_G	G	Normal vodorod elektrodiga nisbatan olingan potensiallar		Taqqoslash elektrodiga nisbatan olingan potensiallar		Kuchlanishning tushishi	
						katod	anod	katod	anod	diafragma	Elektrolit +diafragma

Ishqorlar bilan ishlashda juda ehtiyot bo'lish kerak. Elektrolit teri yoki ko'zga tushganda zararlangan joyni suv bilan tezda yuvish, so'ngra 2 % li borat kislotasi eritmasi bilan namlangan paxtaga namlab artish va yana qayta yuvish talab etiladi. Elektrolitni elektrolizyordan chiqarishni sifon yordamida amalga oshirishga ruxsat etiladi.

Tajribani bajarish uchun topshiriqlar

1. Kuchlanish yoki uning tashkil etuvchilariga quyidagi omillardan biri: tok zichligi (100-400 A/m^2), elektrodlar orasidagi masofa, katod va anod materiallari, diafragma qalinligi va uning materialiga, elektrolit konsentratsiyalari qiymatining ta'sirini o'rganish.

2. Gaz bilan to'ldirilish va gaz bilan to'ldirilish qiymati hisobiga elektrolit solishtirma qarshilik ko'effitsientining ortishini aniqlash. Bunda uning tok zichligi, elektrodlar orasidagi masofa, elektrolit konsentratsiyasiga bog'liqligi aniqlanadi.

5-LABORATORIYA ISHI

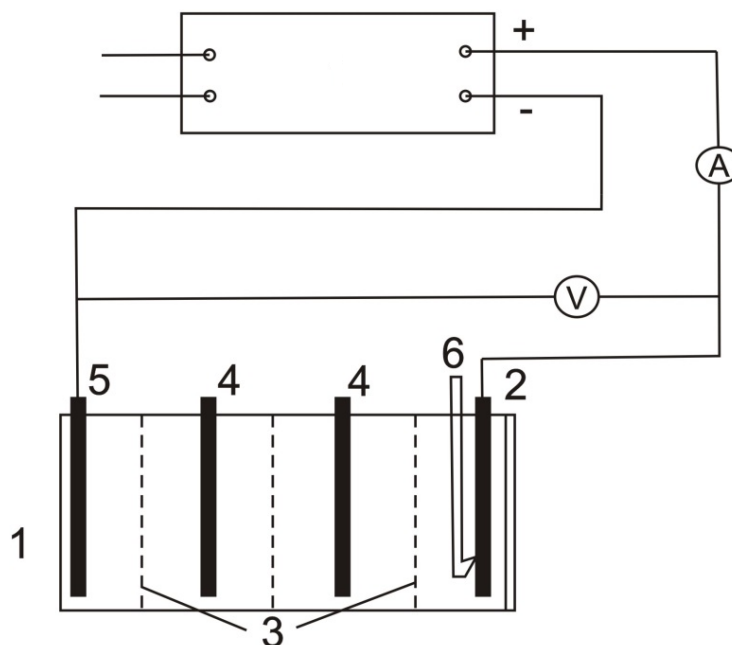
Suvni bipolyar vannada elektroliz qilishda tokning yo'qolishini aniqlash

Ishning maqsadi: laboratoriya sharoitida suvni bipolyar vannada elektroliz qilishda tokning yo'qolishini o'rganish.

Tayanch iboralar: bipolyar vanna, daydi toklar, uirkulyatsiyalanuvchi elektrolit, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, qutdlanish egri chiziqlari.

Kerakli jihoz va uskunalar: mazkur laboratoriya ishi bipolyar elektrolizyordlarda o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Quyida shunday qurilmaning o'lchash sxemasi ko'rsatilgan.

Qurilmaning elektr sxemasi 5.1. rasmda ko'rsatilgan.



5.1 rasm. Bipolyar elektrolizyorni o'lchash sxemasi:

1-korpus; 2-nikelli anod; 3-miplastli diafragma; 4-bipolyar elektrod; 5- po'lat katod; 6-kumush xloridli elektrod kapillyar.

Nazariy ma'lumotlar

Tokning qochishi, ya'ni sistemada daydi toklar deb ataluvchi tokning hosil bo'lish hodisasi elektrokimyoviy ishlab chiqarishda ko'p uchraydi. Elektrolitni markazlashgan usulda berish monopolyar elektrolizyordlarda parallel elektr zanjirlarining hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Ayniqsa tokning yo'qolishi bipolyar elektrolizyordlarda katta bo'ladi. Elektroliz vannasi korpusining izolyatsiyasining yomonlashuvi bilan bunday tok qiymatining ortishiga olib keladi. Tokning yo'qolishi turli xil ismli elektrodlar orasidagi farqi bo'yicha aniqlanadi. Shuning uchun bipolyar elektrolizyorning kirish va chiqish uchastkalarida tokning yo'qolish qiymati bir xil bo'lmaydi elektrolizyor yacheykalarining soni qanchalik ko'p bo'lsa uning yo'qolishi alohida yacheykalarda 3-8%ga teng bo'ladi. Tokning yo'qolishiga ta'sir etuvchi texnologik va konstruktiv faktlardan eng muhimlariga nirkulyatsiyalovchi kanallarning ichki kesimi yuzasi va gaz suyuqlikli emulsiyani chiqarish uchun kanal-kollektorlar hisoblanadi.

Tokning yo'qolishini topish va hisoblash uchun ikki xil usulda foydalaniladi. Birinchi usul grafik usul bo'lib, bu usulda elektrodning qutblanish egri chiziqlari tokning yo'qolishisiz hisoblanishga asoslangan. Ikkinchi usul qo'sh bipolyar elektrodan foydalanishga asoslangan bo'lib, yo'qotilgan tok qiymatini ampermetrlar yordamida aniqlash imkononi beradi.

Ishning mazmuni

Bipolyar elektrodli elektrolizyor organik shishadan tayyorlangan to'g'ri burchakli korpusdan iborat. Korpusning kundalang devorlarida ingichka tirqishlar bo'lib, unda to'rtta metall elektrodlar 2,4,5 va uchta silliq miniplastli diafragmalar 3 ko'rinishda turadi. Tok berilayotgan 2 ta chetki elektrodlar monopolyar, 2 ta o'rtadagi elektrod esa bipolyar rejimda ishlaydi. Chetki elektrodning ishlamaydigan tomoni epoksidli smola bilan o'rab chiqilgan. Potensiallarni o'lchashda kapillyar elektrod sirti yoki diafragma zich holda biriktiriladi. Elektrolizyor bo'ylab kapillyarning

xarakatlanishi uncha katta bo'lmagan ko'chma shtativ yordamida amalga oshiriladi. Taqqoslash elektrodi bo'lib kumush xloridli elektrod xizmat qiladi.

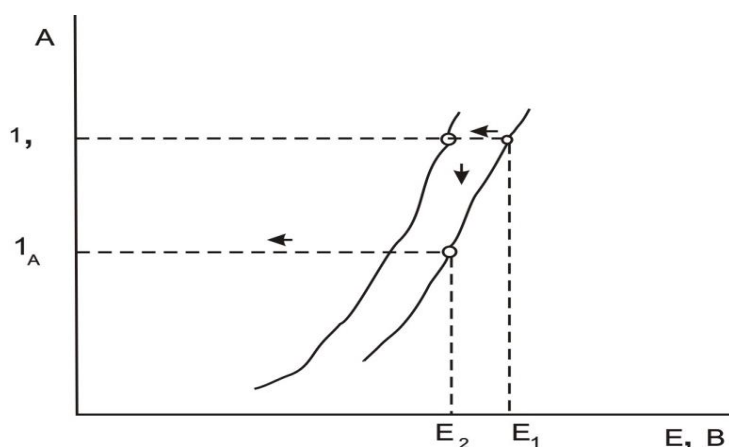
Elektrod potentsiallarini elektrolitdagi va diafragmadagi kuchlanishni pasayishini o'lchash birinchi ishdagi tartibda olib boriladi.

Tokning yo'qolishini topish va I_0 ni hisoblash grafik usulda amalga oshiriladi.

Ishni bajarish tartibi

Ishni bajarish tartibi quyidagicha olib boriladi. Elektrolizyorga elektrodlar shunday tartibda joylashtiriladiki ularning orasida eng kamida ikkita (biri-bipolyar, ikkinchisi-monopolyar) elektrod bir xil materialdan tayyorlangan bo'lishi va ularning ishlov beriladigan sirti bir xil bo'lishi talab etiladi. Elektrodlarni quyidagi ketma-ketlikda o'rnatish tavsiya etiladi: Po'latli (katod)-nikelli (bipolyar)-po'latli (bipolyar)-nikelli (anod); bunday holda ikki juft bir xil elektrodning mavjudligi ikkita parallel aniqlashlarni olib borish imkonini beradi.

Dastlab elektrodlar elektrolizyori tirqishlariga zich holda o'rnatiladi. Har ikki po'lat va ikki nikelli elektrodning qutblanganligi bir xil bo'lib, ulardagi qutblanish egri chiziqlari olinadi. Juft elektrodlardagi "Potensial- tok" egri chiziqlari bir-biriga juda yaqin bo'lishi kerak. Bu esa elektrodlar va elektrolizyori korpusi orasida tok yo'qolishiga sabab bo'luvchi tirqishlarning yo'qligidan dalolat beradi. SHundan keyin qutbli elektrodlardan biri shunday ko'tariladiki, elektrolizyori tubida berilgan o'lchamdagi tirqish hosil bo'lishi kuzatiladi va qutblanish egri chizig'i qaytadan olinadi. Shundan keyin tokning bir qismi elektrodni chetlab o'tib elektrolit orqali o'tadi va tokning amaldagi zichligi birmuncha kam ekanligi aniqlanadi. Shuning uchun qaytadan hosil qilingan qutblanish egri chizig'i katodli tomoni uchun nisbatan manfiyroq potentsiallar tomonga, kamroq musbat potentsiallar esa anodli elektrod tomoniga siljiydi. Bunda elektrod ishchi sirtining kam miqdorga kamayishini hisobga olmaslik ham mumkin. Boshqa bipolyar elektrolitlar bilan ham huddi shunday ish tutiladi.



Rasm 5.2. Tokning yo'qolishiga sabab bo'luvchi bipolyar elektrodning qutblanish egri chiziqlari.

1-tok yo'qolishsiz; 2-tok yo'qolishi bilan.

Tokning yo'qolishi quyidagicha topiladi. Faraz qilaylik bipolyar elektrodning har ikki katodli egri chiziqlari 5.2. rasmda ko'rsatilganidek joylashtirilgan bo'lsin. U holda E_2 potensial amalda I_1 tokka emas, balki I_2 ga mos keladi. Chunki I_1 egri chizig'ining ikkinchi xolatga siljishi tokli o'zgarishi tufayli sodir bo'ladi. Shuning uchun tokning yo'qolishi quyidagi farqqa bog'liq bo'ladi:
 $I_0 = I_1 - I_2$

Bu ishda elektrolit sifatida 16% li natriy ishqor eritmasidan foydalaniladi.

Ishqorlar bilan ishlashda juda ehtiyot bo'lish kerak. Elektrolit teri yoki ko'zga tushganda zararlangan joyni suv bilan tezda yuvish, so'ngra 2% li borat kislotasi eritmasida namlangan paxta bilan artish va yana qayta yuvish talab etiladi. Elektrolitni elektrolizyordan chiqarishni sifon yordamida amalga oshirishga ruxsat etiladi.

Tok zichligining 50-500 A/m² zichliklari oraligida xar 50 A/m² da nikelli elektrodalarda «potensial-tok» anodli bog'liqlik olinadi. Xuddi shunday katodli bog'liqlar po'latli elektrodalarda ham olinadi. So'ngra bipolyar elektrodlar 10mm ga siljiriladi va qutblanish egri chiziqlari qaytadan olinadi. O'lchash 20mm li tirqish bilan ham qaytariladi. O'lchash natijalari K va A bilan katod va anod yacheykalari bilan belgilangan jadvalga qo'yiladi va indeks elektrodning tartib raqamiga mos keladi.

Javdal 5.1.

Qutblanish o'lchovlarining tajriba ma'lumotlari

Elektrod materiali va tirqish o'lchami	Tokni zichligi, A/m ²	Tok, A	Taqqoslash elektrodiga nisbatan olingan potenciallar						Yacheykalar dagi kuchlanish, V			Elektrolizy ordagi umumiy kuchlanish, V
			1 yacheyka		2 yacheyka		3 yacheyka		1	2	3	
			K ₁	A ₂	K ₂	A ₃	K ₃	A ₄				

Qutblanish egri chiziqlari quriladi va I_y hisoblanadi.

Tajribani bajarish uchun topshiriqlar

Elektrolit sifatida quyidagi moddalardan foydalanish mumkin. NaOH (14-16%), KOH (7-10 %), Na₂CO₃ (15-25 %)

Berilgan eritmalarning elektr qarshiligi nazariy elektrokimyo amaliyotida keltirilgan usulda aniqlanadi.

MAVZU: ERITMALARDAN KAMYOB ELEMENTLARNI ELEKTROLIZ USULDA AJRATIB OLISH

6-LABORATORIYA ISHI

Elektrokimyoviy usulda xlor, ishqorlar va vodorod olish

Nazariy qism

Natriy xloridning suvli eritmasi Na⁺ · H⁺ , Cl⁻ va OH⁻ ionlari bor. Natriy xloridning suvli eritmasi orqali doimiy tok o'tkazilganda anod tomonga Cl va OH ionlari, katodga esa Na⁺ va H⁺ ionlari harakat qiladi.

Natriy ionining razryadlanish normal potentsiali -2.71v, vodorodning qaytar potentsiali -0.415v ga teng, shu sababli ham katodda faqat volorod ajralib, natriy ionlari katod atrofida to'plana boshlaydi.

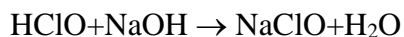
Gidroksil ionlarining razryadlanish qaytar potentsiali +0.83v, xlorid ionining razryadlanish potentsiali +1,33v shu sababli anodda birinchi navbatda gidroksil ionlari razryadlanadi.

Kislorodning ajralish potentsialini, ya'ni musbat tomonga siljitadigan katta kislorod o'ta qutblanishi tufayli amalda xlorid ionlari razryadlanishiga uchraydi.

Bu holda anodda o'ta qutbsizlanishsiz xlor ajraladi, (ayniqsa platina elektrodida) ko'mir anodlarida xlorning qutbsizlanishi ancha yuqori, shuning uchun ham faqat xlor emas, balki kislorodning ajralish ehtimoli ham tug'iladi.

Elektroliz mahsulotlarini bir – biridan ajratish zarur, chunki ular bir – biri bilan reaksiyaga kirishadi.

Xlor suvli eritmalarda xlorid kislotasi hosil kiladi, u natriy gidroksidi bilan gipoxloritni hosil qiladi.



Sanoatda katod va anodlarning orasi asbest yoki cement diafragma bilan ajratib qo'yiladi.

Laboratoriya sharoitida anod va katod oralig'i bir-biridan ajratilmaydigan va reaksiya mahsulotlari o'zaro reaksiyaga kirishishi mumkin bo'lgan qo'ng'iroqli ko'rinishdagi elektrolizyorni tuzish mumkin.

Amaliy qism

Ishning maqsadi: Qo'ng'iroqli tipdagi elektrolizyorda xlor va vodorod olish va uning sintetik xlorid kislotasi va xlorli oxak olishda ishlatish.

Kerakli jihozlar va buyumlar

1. Elektrolizyorning tuzilishi

2. 20-30v va 10-15a li doimiy tok manbai (BCA-5, BAK-12. BAK-13 ko'rinishdagi to'g'irlagichlar yoki akkumulyatorlar batareyalari)
3. Ampermetr va voltmeter
4. So'ndirilgan ohak
5. Kaliy yodid eritmasi
6. Kraxmal
7. Rezina va shisha trubkalar

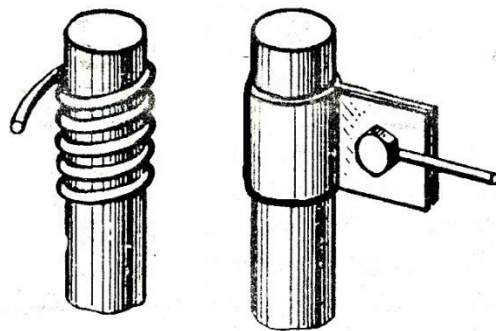
Elektrolizyorning tuzilish

Ishning bajarilishi:

Elektrolizyor 12-15l li shisha idishlardan yoki gazometrlardan yasaladi.

Gazometr yoki shisha butilkaning tepasidan shisha trubka (qo'ng'iroq) o'rnatiladi. Undan 2-4mm qalinlikdagi katod vazifasini bajaruvchi temir yoki nikel sim o'tkaziladi, uning pastki trubka tubiga 4-6sm etmasligi kerak, chunki ajralayotgan vodorod anod sohasiga o'tib, xlorni ifloslantirishi mumkin.

Ko'mir anod probka yordamida yoki gazometrning ion teshiklari orqali o'rnatiladi. Elektrodlarga tok berish uchun mis xomut yoki mis sim o'rnatiladi.



6.1-rasm. Ko'mir elektrodlarga tok o'tkazuvchi simlarning o'rnatilishi

Ko'mir o'zining sezilarli qarshiligi tufayli kuchsiz tokni o'tkazish imkonini beradi. Ko'mir elektrodning ko'ndalang kesimi bilan elektr tokining mumkin bo'lgan maksimum kuchi o'rtasida ma'lum nisbat mavjud $6 a$ – tok kuchi beradigan VG-2 ko'rinishdagi to'g'irlagichlardan foydalanishda ko'mir elektrodning diametri 7-8mm dan kam bo'lmasligi kerak. Katta tok kuchining elektrolizyorga berilishi natijasida elektrod qizib ketishi mumkin. VSA -5 to'g'irlagichdan foydalanilganda yuqoridagi elektrodlardan uchta yoki diametri 2sm bo'lgan bitta elektrodan foydalanish mumkin.

Bu xolda butilkan yopadigan probkaning diametri anodlar sig'ishi uchun ancha keng bo'lishi kerak.

Bitta katta diametrli elektrodan foydalanilganga qaraganda, bir nechta ingichka sterjenlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Anod sifatida bitta elektroddan foydalanilganda, katta tok kuchi taʼsirida elektrod oraligʻi xlor ionlari bilan zichlanib qolishi kuzatiladi, natijada olinadigan xlor kislorod bilan ifloslanib qoladi.

Elektrolizyorning hajmi unga beriladigan tok miqdoriga bogʻliq.

Agarda beriladigan tok kuchi katta boʻlib, elektrolizyorning hajmi kichik boʻlsa u tezda qizib ketadi.

Agarda elektrolizyorni tok bilan taʼminlash uchun 6a tok beradigan VT-2 tugʻirlagichdan foydalanilgan elektrolizyorning xajmi 4-5l li 19a tok berilgan VSA-5 toʻgʻrilagichdan foydalanilsa, 10-15l boʻlishi kerak.

Tayyor elektrolizyor bilan ishlash juda xam oson. Elektrolizyorga kerakli tok berilgan zahotiy oq gaz oʻtkazuvchi trubkalardan xlor va vodorod chiqa boshlaydi. 26a soat tok 1g/elektrod yoki normal sharoitda 11,2 l xlor ajratib chiqaradi. 1a tok kuchi 1minut mobaynida 6,9ml xlor ajratib chiqaradi. Xlor, vodorod xlorid kislotasi ishlab chiqarish uchun ishlatiladi yoki xlorli ohak olish uchun ishlatiladi.

Xlorli ohak olish uchun xlor soʻndirilgan ohak toʻldirilgan kaluʻiyli trubkadan oʻtkaziladi.



2-3 gr soʻndirilgan ohak tortib olinib, xlorlanish vaqti hisoblanadi. Buning uchun reaksiya tenglamasi boʻyicha, soʻndirilgan ohak bilan reaksiyaga kirishishi kerak boʻlgan miqdori topiladi. Soʻngra elektrolizyor orqali doimiy tok oʻtganda vaqt birligi ichida ajralishi mumkin boʻlgan xlorning grammlar miqdori topiladi.

Olingan xlorli ohak faol xlor borligini aniqlash uchun tekshiriladi kraxmal eritmasi qoʻshiladi.

Ish natijalarini rasmiylashtirish

Elektrolizyorni rasmini chizish va uni ishlashini yozish. Elektr tokining kuchi boʻyicha 2-3 g xlorli ohakni xlorlanishi uchun kerakli boʻlgan vaqtni aniqlash.

Oʻyuvchi natriy eritmasini elektroliz qilib vodorod olish

Laboratoriya sharoitida toza xoldagi vodorodning olishning qulay usuli elektrolitik hisoblanadi.

Yaxshi yasalgan elektrolizyor bir necha yil mobaynida yaxshi ishlashi mumkin.

Kislotalarni ruxga taʼsir ettirib olingan vodorod oʻzining iflosligi bilan elektrolitik usul bilan olingan vodoroddan farq qiladi va astoydil tozalashni talab qiladi. Elektrolizyorning tuzilishi va ishlashi.

Elektrolizyorning tuzilishi va ishlashi

Elektroliz paytida olinadigan vodorodning miqdori sarflanadigan tok kuchining miqdori bilan aniqlanadi.

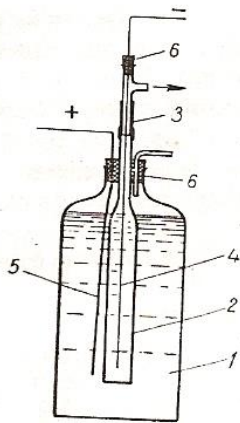
Maълumki 26,8a soat tok kuchi 1g vodorod beradi yoki bu normal sharoida 11,6l yoki 1g ni tashkil qiladi.

SHunday qilib yuqoridagi miqdoridagi vodorodni bir soat mobaynida 26,8a yoki 2 soat mobaynida 13,4a tok o'tkazib olish mumkin va xokazo.

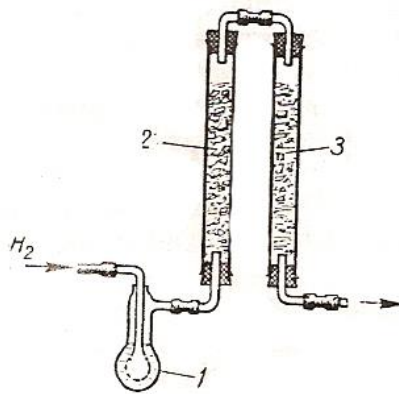
Laboratoriyada ishlatiladigan elektrolizyozlar unchalik katta emas shuning uchun katta qarshilik va qizib ketishi sababli katta tok o'tkazib bo'lmaydi.

Tajriba shuni ko'rsatadiki 15-18 l li butilkadan iborat elektrolizyordan uzoq vaqt 12-15a tok o'tkazish mumkin.

Bunday elektrolizyorning tuzilishi quydagi rasmda ko'rsatilgan.



6.2-rasm. Ishqorni elektroliz qilib vodorod olish
1-ishqor eritmasi; 2-vodorod yig'ish uchun shisha kalsiy qo'ng'iroq trubka ; 3-shisha qo'ng'iroq bilan tutashgan ishqorli uchlikli rezina trubka; 4-katod; 5-anod, 6 rezina probka tiqin.



6.3-rasm. Vodorodni quritish
1-ishqor eritmali yuvgich; 2-xloridli kolonka; 3-qattiq kolonka

Elektrolit konsentrlangan ishqor eritmasi hisoblanadi. Ishqor eritmasining konsentratsiyasi qancha kam bo'lsa elektrolitning qarshiligi shuncha katta bo'ladi, elektroliz paytida shuncha ko'p issiqlik ajralib chiqadi.

Anod va katod oraliqlari elektrolizyorda shisha qo'ng'iroq bilan ajratilgan bo'ladi.

Elektrodlar 3-4 mm diametrli shisha simdan yasaladi.

Tok o'tkazuvchi mis simlar elektrodlarga ulanadi.

Elektrodlarning botish chuqurligi elektrolizyorning qarshiligini aniqlaydi va aniq darajagacha olinadigan vodorodning tozaligin bildiradi.

Unchalik chuqur botmagan paytda elektrolizyorning qarshiligi ortadi va ish paytida issiqlikning ajralishini oshiradi.

Elektrodlarni ancha chuqur botishi vodorodning anod sohasiga tushishini kislorodni katod sohasiga tushishini engillashtiradi. Reaksiya maxsulotlarining aralashib ketishi, ularning elektrolitda erishi sababli ruy beradi, elektrodlar qo'ng'iroqning pastki chetidan 4-5sm oralig'ida bo'lishi kerak.

Elektrolizyorni tok manbaiga ulaganda tok kuchi va kuchlanishni shunday burish kerakki, tok kuchi VSA-5 tipidagi tok tug'rilagichda 12a gazotronli tok tug'rilagichda 6a ga etishi kerak. Elektrodlardagi kuchlanish 20-30 v bo'lishi kerak.

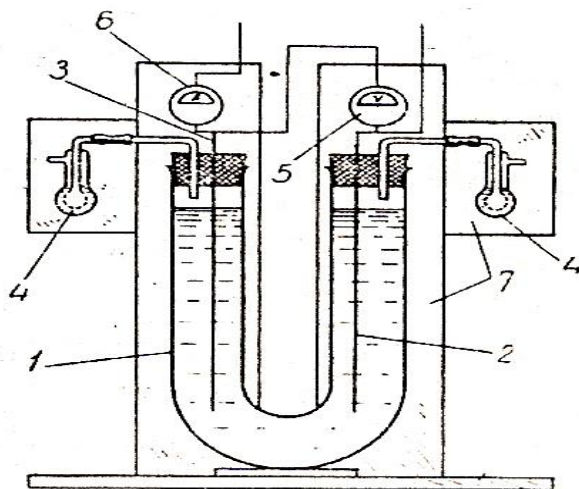
Elektrolizyorni tok bilan ta'minlash uchun 20-30v kuchlanish beruvchi akkumulyator batareyalaridan foydalanish mumkin, u paytda zanjirga kichik qarshilikli reostat ulash lozim bo'ladi.

Yig'ilgan elektrolizyorning germetikligi tekshiriladi. Buning uchun vodorod chiqadigan gaz o'tkazuvchi nayli trubka 5-6sm suvga botiriladi va elektrodarga 5-10a tok berib elektrolizyor tekshiriladi.

Bir necha minutdan so'ng gaz o'tkazuvchi nayli trubkadan vodorod pufaklari chiqishi kerak. Vodorod pufaklarining chiqmasligi katod sohasining yoki gaz o'tkazuvchi sistemaning germetik emasligini bildiradi.

SHundan so'ng anod sohasining germetikligi tekshiriladi. Olinadigan vodorod ma'lum miqdorda suv bug'i va kislorod saqlaydi.

Vodorod ishqor eritmasi bo'lgan yuvgich o'tkaziladi (yuvgich asosan vodorod tokini kuzatish uchun xizmat qiladi), so'ngra quritish uchun suvsiz kalsiy xloridni trubkadan o'tkaziladi va nihoyat o'yuvchi kaliy donalari bo'lgan trubkadan o'tkaziladi. 6.4-rasm.



6.4-rasm. Ishqor eritmasini elektroliz qilib vodorod olish

1-ishqor eritmali U – simon nay; 2-katod; 3-anod;

4-ishqor eritmali yuvgich; 5-voltmetr; 6-ampermetr; 7-yog'och taglik.

Yaxshi quritgich fosfor angidrid hisoblanadi.

Darhaqiqat ko'pchilik ishlar uchun qattiq ishqor bilan quritish etarli hisoblanadi.

Mahsus ishlar uchun o'ta toza vodorod kerak bo'lgan, vodorodni magniy qipiq-lari bilan to'ldirilgan chinni yoki kvarc trubkadan o'tkaziladi.

Turbka 500-600⁰C gacha qizdirilganda, magniyning kislorodga moyillik katta bo'lganligi tufayli suv bug'i va kislarod amaliy jihatidan butunlay tozalanadi.

Quritkichli kalonkalarni bir necha oylar mobaynida almashtirmaslik uchun ularni 3-4 sm diametrli 0,5 m uzunlikda yasaladi.

Yangidan yig'ilgan va uzoq muddat mobaynida ishlatiladigan elektrorlizyorni ishlatishdan oldin katod sohasida va qurituvchi sistemadan havoni siqib chiqarish uchun 3-4 soat ishlatib qo'yish kerak. So'ngra vodorodni tozaligini uni probirkada yig'ib, tekshirish kerak.

Elektrolizyor uzluksiz 1-2 yil ishlashi mumkin 4-6 oy ishlagandan keyin unga ishqor eritmasidan yana qo'shiladi. 1-2 yildan keyin shisha qo'ng'iroq yangisiga almashtiriladi. Mavjud idishlarini yoki kerak bo'lgan vodorodning miqdoriga qarab elektrolizyorni 9-rasda ko'rsatilganidek U-simon naydan ham yasash mumkin.

Elektrolizyordagi havsizlik qoidalariga rioya qilishimiz kerak.

1. Tok yunalishini o'zgartirmaslik;
2. Vodorodni tozalash sistemasiga (tizimiga) havoni kiritmaslik

7-LABORATORIYA ISHI

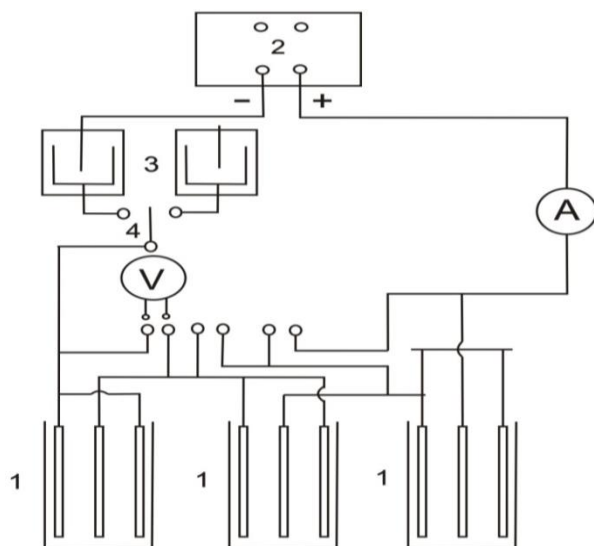
MARGANETS (IV)- OKSIDINI OLISH

Ishning maqsadi: MnO₂ ni olishda VT va RE larga bir kancha elektroliz sharoitlarining ta'sirini o'rganish

Tayanch iboralar: piroluzit, ramsdenit, EDM-1, EDM-2, kulonometr, tigel, natriy vismutat.

Kerakli jixoz va uskunalar.

EDM ni hosil qilish qurilmasining elektr sxemasi



7.1. rasm. EDM ni hosil qilish qurilmasining elektr sxemasi

1-elektrolizyorlar; 2-to'g'rilagich; 3-kulonometrlar; 4-kulonometrlarni qayta ulagich.

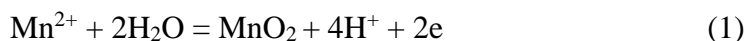
Nazariy ma'lumotlar

Marganets (IV) oksidi metall xolidagi marganetsni va uning ko'pgina birikmalarini olish uchun xomashyo hisoblanadi. Marganets (IV) oksidining bir nechta kristallografik modifikatsiyalari mavjud bo'lib, ulardan α - MnO_2 - kriptomelan, β - MnO_2 - pirollyuzit va γ - MnO_2 - ramsdenitlar asosiylari hisoblanadi. Marganets (IV) oksidining xossalari uning tozaligi, dispersligi va kristall tuzilishiga bog'liq. Tabiiy marganets (IV) oksidining oksidlovchi sifatida aktivligi kam bo'lib, shu sababli uni aktiv holdagi γ - MnO_2 (EDM-2) ga aylantiriladi. Uning olishning kimyoviy usullari ham mavjud: Marganets tuzlarini xlor, kislorod va boshqalar bilan oksidlash. Olingan maxsulotning tozalik darajasi va aktivligi bir muncha past bo'ladi. Elektrokimyoviy usul bir muncha yuqori aktivlikka ega bo'lgan maxsulot olish imkonini beradi. Bunda uning xossalari elektroliz sharoitiga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Yirik kristall ko'rinishdagi EDM-2 ikki valentli marganetsli eritmalarini yuqori temperaturada anodli oksidlash yo'li bilan olinadi. Bu maxsulot sanoatda marganets-rux sistemasi elementlarining musbat elektrodli aktiv massasini tayyorlashda keng kulamda ishlatiladi.

Mayda kristall ko'rinishdag EDM-1 ning oksidlovchilik va adsorbtsiyalash xususiyatlari yaxshi bo'lib, u xona temperaturasida elektroliz yo'li bilan olinadi.

Marganets (II) ning sulfat kislotasi ishtirokida anodli oksidlanishi quyidagi reaksiya bo'yicha sodir bo'ladi:



Katodda esa vodorod ajralib chiqadi:



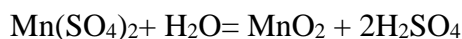
Marganets sulfatdan foydalanishda umumiy reaksiyani



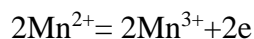
ko'rinishida yozish mumkin.

(1) reaksiya muvozanatining standart potentsiali kislorod elektrodning standart potentsiali (1.23 V) ga teng bo'ladi. Bu esa qo'shimcha ravishda kislorod ajralib chiqishiga sabab bo'ladi.

MnO_2 ning anodli oksidlanishi etarli darajada yaxshi o'rganilmagan. H_2SO_4 ning yuqori konsentratsiyalari va past temperaturalarida jarayon marganets (IV) sulfatning oraliq xolatga gidrolizlanishi bilan sodir bo'ladi.



Yuqori temperaturalarda kuchsiz kislotali eritmalarda jarayon Mn^{3+} hosil bo'lishi bilan (EDM 2- olish) ruy beradi:



Shundan keyin disproporrtiyalanish reaksiyasi sodir bo'ladi:



Quyidagi jadvalda EDM-1 va EDM-2 larni olishda elektroliz jarayonining parametrlari keltirilgan.

Parametrlar	EDM-1	EDM-2
MnSO ₄ , g/l	300-350	100
H ₂ SO ₄ , g/l	180-200	10
Elektrolit temperaturasi °C	20-25	90-94
Tokning anodli zichligi A/m ²	500-1000	80-150

Ishning mazmuni

Eritmalarni analiz qilish. Elektrolit tarkibidagi MnSO₄ ni aniqlash uchun vismutatli usuldan foydalaniladi. Bunda Mn²⁺ MnO₄⁻ gacha natriy vismutat NaBiO₃ bilan nitrat kislotali muxitda oksidlanadi. Ortikcha oksidlovchi miqdori filtrlash yo'li bilan ajratiladi. Hosil qilingan marganetsli kislota temir (II) ning ortikcha eritmasiga qo'shiladi va u kaliy permanganat eritmasi bilan titrlanadi.

Pipetka yordamida elektrolitdan 25 ml ajratib olinadi va unga 20% li HNO₃ eritmasidan 20 ml qo'shiladi. Aralashma 15°C gacha sovutilib, so'ngra darhol 2g NaBiO₃ qo'shiladi. Bunda vismutat ortib qolishi kerak. 1 minut ushlab turiladi, so'ngra unga 3% HNO₃ dan 50ml qo'shiladi va №4 rakamli shishali filtrlash tigeli orqali filtrlanadi. Tigeldagi vismutat koldigi 3% li HNO₃ bilan yuviladi. Filtratga 3 ml konsentrlangan H₃PO₄ va 20ml 0,1M li FeSO₄ ning eritmasidan qo'yiladi va uning ortiqcha miqdori 0.1M(1/5 KMnO₄) eritmasi bilan titrlanadi. Namunadagi MnSO₄ miqdori quyidagi formuladan topiladi:

$$m(\text{MnSO}_4) = \frac{(V_1 \cdot C(\text{FeSO}_4) - V_2 \cdot C(1/5\text{KMnO}_4)) \cdot M(1/5\text{MnSO}_4)}{1000}$$

Bunda, V₁ – ortiqcha qo'shilgan temir sulfat eritmasining hajmi, ml;

C(FeSO₄)–temir sulfat eritmasining molyar konsentratsiyasi, mol/l;

V₂ – titrlash uchun sarflangan kaliy permanganat hajmi, ml;

C(1/2KMnO₄)–kaliy permanganatning ekvivalent molyar konsentratsiyasi, mol/l;

M(1/5MnSO₄)–marganets sulfatning ekvivalent molyar massasi (30.2).

Ishni bajarish tartibi

Berilgan elektroliz temperaturasini bir me'yorda ushlab turish uchun elektroliz 3 ta shisha elektrolizyorlarda olib boriladi. Xar qaysi elektrolizyorning markazida anod (qo'rg'oshin yoki titan) joylashtiriladi. Uning 2 tomoniga zanglamaydigan po'lat yoki grafitdan tayyorlangan 2 ta katod o'rnatiladi. Uning elektr sxemasi 7.1. rasmda ko'rsatilgan.

Elektrolizyorga topshiriqda ko'rsatilgan miqdordagi (jadval 7.1.) elektrolit qo'yiladi. Elektroliz 3 soat davomida olib boriladi. MnO₂ ni olishning 1 soat davomida o'tayotgan tok

miqdoriga bog'liqligi ko'rsatkichlarini aniqlash uchun elektrolizyorlardan biri o'chiriladi, 2soatdan keyin 2-elektrolizyor, 3soatdan keyin 3-elektrolizyor o'chiriladi.

Elektrolizyorlarni o'chirish bilan ulardan elektrodlar olinadi, elektrolit esa cho'kma MnO_2 bilan birgalikda stakanga quyilib, termostatda $80-90^{\circ}C$ da 1 soat davomida ushlab turiladi. Bu vaqt davomida marganets (IV) birikmasini parchalanmay kolgan qismining gidrolizlanishi sodir bo'lib, bunda ma'lum miqdorda MnO_2 qo'shimcha holda hosil bo'ladi.

EDM-1 ni hosil qilishda MnO_2 cho'kmasi eritmadan dekantatsiyalash yo'li bilan ajratib olinadi. Eritmadagi $MnSO_4$ konsentratsiyasi quyidagicha kimyoviy analiz yo'li bilan aniqlanadi

Cho'kma oldindan tortib olingan filtr (Byuxnera voronkasi)ga o'tkaziladi va SO_4^{2-} yo'qotilganicha distillangan suv bilan yuviladi ($VaSl_2$ namunasasi).

EDM-2 ni olishda anodlar ish boshlashdan oldin tortib olinadi, so'ngra elektroliz tugagandan keyin ular qaynoq suvli stakanga tushiriladi va $30^{\circ}C$ gacha sovutiladi. SHundan keyin distillangan suvda yuviladi va $110^{\circ}C$ temperaturada 30 minut davomida kuritiladi. Havoda sovutiladi va analitik tarozida tortiladi.

Elektroliz ko'rsatkichlarining tok zichligiga bog'liqligini aniqlashda 3 ta elektrolizyorlarning har biriga sirti kattaligi har xil bo'lgan anodlar tushiriladi. Elektroliz ko'rsatkichining elektrolitdagi aralashmaga bog'liqligini o'rganishda eritmaga yuqoridagi topshiriqda ko'rsatilgan miqdorda qo'shimchalar qo'shiladi. Bunday holda anodlarning sirti bir xil bo'lishi kerak.

Kuchlanish barcha xolatlarida xar soatda o'lchab turiladi.

Tajriba ma'lumotlari quyidagi jadvalga tushiriladi.

Jadval 7.2.

Boshlan- g'ich ma'lumotlar	Kulonometr katodi			Elektr miqdori A.soat	Mn O_2 mass asi, g	MnSO ₄ ning oxirgi konslitrat siyasi, g/l	Tok bo'yicha chiqish, %	
	Elektro- lizgach a massasi m, g	Elektro- lizdan keyingi massasi m, g	Cho'ktiri l gan metall massasi m, g				MnO ₂ bo'yic ha	Mn ²⁺ ning kamayish i bo'yicha

Tajribani bajarish uchun topshiriqlar

1. Elektroliz ko'rsatkichlarining o'tgan elektr miqdoriga bog'liqligini o'rganish, tok zichligi, temperatura va elektrolit tarkibi topshirikdan (jadval 1 olinadi).

2. Elektroliz ko'rsatkichlarining tokli anodli zichligiga bog'liqligini o'rganish (jadval 1 dagi topshiriq bo'yicha)

3. EDM-2 ni olishda elektrolit eritmasidagi aralashmalarga elektroliz ko'rsatkichlarining bog'liqligini o'rganish. Elektrolitdagi qo'shimchalar:

birinchi elektrolizyor: 0.05 g/l $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;

ikkinchi elektrolizyor: 0,05 g/l CoSO_4 ;

uchinchi elektrolizyor: 0,05 g/l CuSO_4 .

Tokning anodli zichligi - 100 A/m^2

Temperatura - 90°C

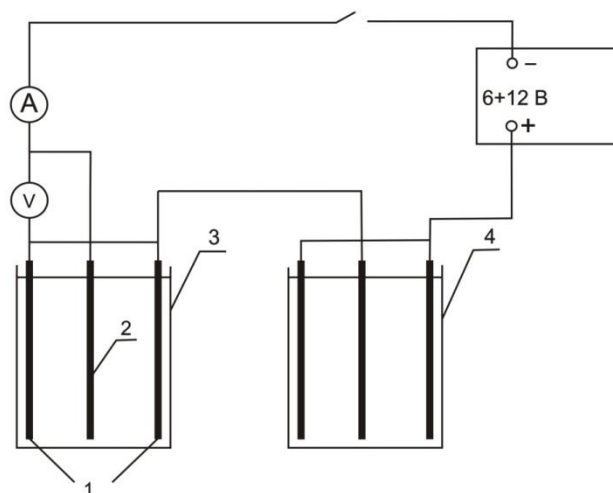
8-LABORATORIYA ISHI KALIY PERMANGANATNI OLISH

Ishning maqsadi: Permanganatni yarimelektro kimyoviy usulda olishni tekshirish va ayrim omillarning Marganets (IV) - oksididan foydalanish darajasi, permanganatni tok bo'yicha chiqishi va solishtirma elektr sarfini aniqlash.

Tayanch iboralar: Yarim elektrokimyoviy usul, kaliy permanganat, manganat ioni, elektrolitik oksidlash, katodli sterjen, perolyuzit, tiosulfat ioni, tioçianid.

Kerakli jihoz va uskunalar:

Elektrolizni o'tkazish uchun quyidagi 8.1. rasmda ko'rsatilgan qurilmadan foydalaniladi.



8.1- rasm. Yarimelektro kimyoviy usulda kaliy permanganat olish uchun qurilmaning elektr sxemasi.

1-çilindsimon anod; 2-katod; 3-elektrolizyor; 4-kulonometr.

Elektrolizyor bilan birgalikda misli kulonometr, ampermetr va reostat ham ishga tushiriladi.

Nazariy ma'lumotlar

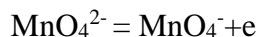
Kaliy permanganatdan kimyoviy texnologiya, analitik kimyo, tabobat va boshqa sohalarda oksidlovchi sifatida foydalaniladi. Kaliy permanganatni olishning sanoatda 2 xil usuli: yarimelektro kimyoviy va elektrokimyoviy. Yarimelektro kimyoviy usulda jarayonning 1-bosqichi kaliy manganatning kimyoviy usulda olinishi hisoblanadi. Shu maqsadda pirolizitni ishqor bilan havo ishtirokida suyultiriladi.



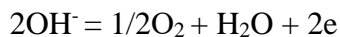
Marganets (IV) oksididan yaxshi foydalanish uchun pirolizit juda maydalanishi, boshlangich shixta tarkibida esa kaliy ishqori bo'lishi kerak. Odatda 1 mol MnO_2 ga 2,5 mol dan kam bo'lmagan KOH olinadi. Bunda ishqor Qattiq xolatda yoki 50% i eritma ko'rinishida ishlatiladi. Kam miqdorida suv miqdorlarining bo'lishi manganatning hosil bo'lish reaksiyasini tezlashtiradi. Pishirishning optimal temperaturasi 250-300°C ni tashkil etadi. Nisbatan past temperaturalarda sezilarli darajada kamayadi. 300°C dan yuqori temperaturalarda manganatning parchalanishini kuzatish mumkin:



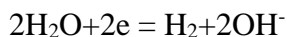
Massani uzoq vaqt pishirish MnO_2 ning K_2MnO_4 ga aylanish darajasini oshiradi. Lekin bunda reaksiya tezligi asta-sekin kamayadi. Odatda jarayon bir necha soat davomida olib boriladi. Marganets (IV) -oksidining manganatga aylanish darajasi 70-90% gach boradi. Jarayonning 2-bosqichida permanganatni olish uchun manganat elektro kimyoviy oksidlantiriladi. SHu maqsadda suyuqlanma suv bilan ishqorlanadi va tarkibida 180-220 g/l K_2MnO_4 40-180g/l KOH va ma'lum miqdordagi K_2CO_3 va MnO_2 elektrolizga beriladi. Elektroliz davomida anodda manganatning oksidlanish reaksiyasi sodir bo'ladi:



Shu bilan birgalikda quyidagi oraliq reaksiya ham sodir bo'lishi mumkin:



Anod materiali sifatida zanglamaydigan po'lat yoki nikeldan foydalaniladi, ular manganatning oksidlanish reaksiyaga katolitik ta'sir ko'rsatadi. Temir sterjenlar ko'rinishida tayyorlangan katodda vodorod ajralishini kuzatish mumkin:



Quyidagi reaksiya umumiy elektroliz jarayonini ifodalaydi:



Manganatning oksidlanishi 60-150A/m² tok zichliklarida olib boriladi. Tok zichligi xaddan ortik katta bo'lsa tok bo'yicha chiqish kamayadi. Tok bo'yicha chiqishga bundan tashqari manganatning eritmadagi boshlangich va oxirgi konsentratsiyasining kamayishi yuqori temperaturada ishlash va permanganatning katodda teskari ravishda qaytarilishi ta'sir qiladi. Permanganatning yo'qolishini kamaytirish maqsadida katod sirti anod sirtiga nisbatan bir necha barobar kichik kilib tayyorlanadi. Odatda bu nisbat $S_K:S_A = 1:10$ ga teng deb qabul kilinadi. Permanganatning teskari qaytarilishini kamaytirish uchun katodlar asbestli ip da polivinilli materil bilan choklab chiqiladi.

Eritmaning ishqoriyligi katta bo'lganda uning yo'qolishini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:



Bu esa yuqori temperatura va elektrolitda MnO_2 darajalarining bo'lishiga olib keladi. Elektr toki ishtirokisiz permanganatni manganatning havodagi uglerod (IV)- oksidining ta'siri natijasida hosil qilish mumkin:



Bu reaksiya elektroliz jarayonida permanganatning tok bo'yicha chiqishini oshiradi. Elektroliz 50-60 °C da olib boriladi.

Ishning mazmuni

1. Manganat suyuqlanmasini hosil qilish.

Suyuqlanmani hosil qilish uchun boshlang'ich komponent bo'lib, piroyuzit va kaliy ishqoridan foydalaniladi. Boshlang'ich shixta miqdorini hisoblashda 100g massani pishirish bitta tajriba uchun 250 ml elektrolit olishga imkon berishini hisobga olish kerak. Aralashma miqdori o'tkaziladigan tajribalar sonini hisobga olib tayyorlanadi. Bundan tashqari elektrolitning titrlash jarayonida yo'qolishini ham hisobga olish kerak. Boshlang'ich aralashmadagi piroyuzitning 38% deb qabul kilinadi. Bu KOH: MnO_2 nisbat 2,5 dan bir muncha katta bo'lishiga mos keladi. Shixta komponentlari oldindan maydalanadi, kerakli miqdori texnik tarozilarda tortib olinadi va so'ngra chinni xovonchada bir-biri bilan yaxshilash aralashtiriladi. Massani kizdirish tigelda avtomatik temperatura rejimida elektr pechlarini oldindan 300°C gacha kizdirish yo'li bilan olib boriladi. Pishirish bir jinsli massa hosil bulguncha 2soat davom ettiriladi. Tayyor qotishma havoda sovutiladi.

Tarkibida ortiqcha miqdorda ishqor bo'lgan suyuqlama va uyuuvchi kaliy bilan bog'liq bo'lgan barcha ishlar barcha ehtiyot choralariga rioya qilgan holda ximoyalovchi kuzoynaklar bilan olib boriladi.

Marganets (IV) oksidining manganatga aylanish darajasi quyidagicha nazorat kilinadi. Kimyoviy analiz bilan piroyuzitdagi marganets (IV) oksidi miqdori $w(\text{MnO}_2)\%$ aniqlanadi va suyuqlanma tayyorlash uchun olingan piroyuzit (m) namunadasidagi marganets miqdori (m_{Mn}^n) hisoblanadi.

$$m_{\text{Mn}}^n = w(\text{MnO}_2) \cdot m \cdot M(\text{Mn}) / M(\text{MnO}_2) \cdot 100,$$

bunda $M(\text{Mn})$ - (54,9) marganetsning molyar massasi;

$$M(\text{MnO}_2) - (86,9) \text{ MnO}_2 \text{ molyar massasi};$$

Marganetsning (m_{Mn}^p) permanganat va eritmadagi manganat ko'rinishdagi miqdori suyuqlanma ishqorlangan keyin olingan eritma hajmini o'lchash va undagi permanganat va manganat miqdorining kimyoviy analizi asosida hisoblanadi.

Marganets (IV) oksidining suyultirish jarayonidagi aylanish darajasi (w)

$$W = m_{\text{Mn}}^p \cdot 100 / m_{\text{Mn}}^n, \% \text{ tenglamadan topiladi.}$$

Bunda, $m_{\text{Mn}}^p = m(\text{KMnO}_4)M(\text{Mn}) / (M(\text{KMnO}_4) + m(\text{K}_2\text{MnO}_4))$, $m(\text{KMnO}_4)$, $m(\text{K}_2\text{MnO}_4)$ - kimyoviy analiz natijasida olingan permanganat va manganatning miqdori.

2. Manganatni permanganatgacha elektrolitik oksidlash.

Elektrolit tayyorlash uchun sovutilgan suyuqlanma chinni stakanga solinadi va pirolizit va kaliy ishqorining 100g boshlang'ich aralashmasiga 250ml distillangan suv hisobidan suyultiriladi. Ishqorlash pulpani uzluksiz aralashtirib turish va stakanni asbest turli elektr plitada oxista qizdirish bilan olib boriladi. Eritma cho'kmadan shisha yoki polivinilxlrorli material orqali o'tkazish yo'li bilan ajratiladi. Analiz 2 ta parallel namunalarda olib boriladi va hisoblashlar uchun ularning o'rtacha qiymatidan foydalaniladi.

Elektrolizyor sifatida sig'imi 300ml da chini stakandan foydalanish mumkin. Zanglamaydigan po'latdan yoki nikellangan temirdan tayyorlangan uilindr shakldagi anod idish devoriga suyab qo'yiladi. Uning tashki tomoni zich shisha mato bilan o'raladi. Stakan qopqog'i polivinil xlrorli xalqa bo'lib, uning markazida 4 ta tayanchda zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan kichik xalqa o'rnatiladi. Uning ustida diametri uncha katta bo'lmagan 3 ta temir sterjen o'rnatilib, ular katod vazifasini bajaradi. Bu ishda katodlari sirti turlicha bo'lgan (S;S/2;S/4) elektrolizyorlardan foydalaniladi. Bu esa elektrolizni katoddagi tok zichligi anoddagiga nisbatan 10, 20 va 40 marta katta bo'lgan sharoitda olib borish imkonini beradi.

Katodli sterjenlar idish tubiga 2sm etmaydi, bu esa kerak bo'lganda elektromotor orqali xarakterga keltiriladigan shisha aralashtirgich bilan elektrolitni aralashtirib turish imkonini beradi. Yuqori anodli tok zichligidan foydalanilganda aralashtirish muxim rol uynaydi. Tok zichligi 100 A/m² gacha bo'lganda elektrolizni mexanik aralashtirishsiz ham olib borish mumkin.

Tajribani bajarishda elektrolizyorlarga o'lchangan miqdordagi (250ml) tarkibidagi marganat va permanganatning miqdori ma'lum bo'lgan elektrolit qo'yiladi. Elektrolizyor termostatda joylashtiriladi va undagi temperatura 50⁰S gacha ortadi. SHundan keyin xuddi shu temperaturada elektroliz amalga oshiriladi. Elektr tokini ulashdan oldin kulonometr ga ilgari dan ulchangan katod tushiriladi. Elektroliz jarayonida tok zichligining o'zgar mas bo'lishi reostat yordamida amalga oshiriladi. Vannadagi kuchlanish elektrolizning boshlanishi va oxirida qayd qilinadi.

Elektroliz 2-3soat o'tgandan keyin tok o'chiriladi va kulonometr katodi yuviladi, quritiladi va tortib quriladi. Elektrolizyordagi iliq holdagi elektrolit sig'imi 500ml bo'lgan o'lchov kolbasiga qo'yiladi va taxminan 2 marta distillangan suv bilan suyultiriladi. Olingan eritma sovutilgan keyin uning hajmi belgisigacha etkaziladi va uning tarkibidagi permanganat va manganat miqdorini aniqlashga kiritiladi. Eritmani suyultirish kaliy permanganat kristallanishiga imkon bermaydi. Uning 50⁰C dagi eruvchangligi 14.3%, 20⁰C esa 6.0% ga teng. Elektrolizda marganetsning yo'qolishini hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Elektrolizyordagi eritmaning boshlang'ich hajmini V_H, ml suyultirilgan eritmaning elektrolizdan keyingi hajmini esa V_K bilan belgilaymiz. SHu eritmalarda analiz yo'li bilan aniqlangan permanganat va manganatning g/ml dagi konsentratsiyasi C_H^p, C_k^p, C_n^m, C_k^m ga mos keladi. U holda permanganat va manganatning elektrolizdan oldingi va keyingi umumiy miqdori:

$$m^{\text{nach}}(\text{KMnO}_4) = V_n C_n^p; \quad m^{\text{kon}}(\text{KMnO}_4) = V_k C_k^p$$

$$m^{\text{nach}}(\text{K}_2\text{MnO}_4) = V_H C_H^M; \quad m^{\text{kon}}(\text{K}_2\text{MnO}_4) = V_k C_k^m \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Permanganat va manganatning topilgan miqdorlari marganetsga qayta hisoblanadi va marganetsning elektrolizdan oldingi va keyingi eritmadagi miqdori farqidagi uning yo'qolishi bo'yicha boshlang'ich miqdorga nisbatan aniqlanadi:

Permanganatning tok bo'yicha chiqishi quyidagi tenglamadan topiladi:

$$BT = m^{\text{kon}}(\text{KMnO}_4) - m^{\text{nach}}(\text{KMnO}_4) \cdot M(1/2\text{Cu}) \cdot 100 / (M(1/5 \text{KMnO}_4) \cdot \Delta m_{\text{Cu}}\%),$$

Bunda, Δm_{Cu} - kulonometr katodi massasining ortishi, g;

$M(1/2\text{Cu})$ - misning ekvivalent molyar massasi (31,8g);

$M(1/5 \text{KMnO}_4)$ - kaliy permanganatning ekvivalent molyar massasi (31,6g)

Solishtirma energiya sarfi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$RE = 26,8 \cdot \Delta m_{\text{Cu}} \cdot U_{\text{ort}} / (m^{\text{kon}}(\text{KMnO}_4) - m^{\text{nach}}(\text{KMnO}_4)) \cdot M(1/2\text{Cu}) \cdot Bt \cdot \text{soat/g.}$$

Katodli tok zichligining permanganatning tok bo'yicha chiqishiga ta'sirini aniqlashda zanjirga teng hajmli elektrolitlar solingan 3ta elektrolizyor zanjirga ketma-ket ulanadi. Elektroliz tugagandan keyin xar qaysi elektrolizyordagi tok bo'yicha chiqish alohida aniqlanadi. Elektrolizning tok bo'yicha chiqishiga ta'sirini o'rganishda ketma-ket 3ta bir xil elektrolizyor ulanadi va ulardagi elektroliz jarayoni bir xil sharoitda turli xil vatklarda olib boriladi. Kulonometr o'rniga aniqligi 0,5 bo'lgan ampermetr ulanishi mumkin. Elektrolizda tok kuchi o'zgarmas holda ushlab turiladi va elektr miqdori ampermetr ko'rsatkichi va elektroliz vaqti asosida o'zgarmas holda ushlab turiladi.

Ishni bajarish tartibi

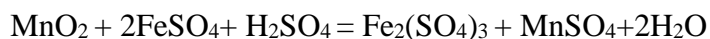
Ishning tajriba qismi quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi. 1.Manganat suyuqlanmasini hosil qilish. 2.Manganatni permanganatgacha elektrolitik oksidlash. 3.Boshlangich, oxirgi va oraliq maxsulotlarni kimyoviy analiz qilish.

Kimyoviy analiz usullari

1.Pirolyuzitdagi MnO₂ miqdorini aniqlash.

Analizni bajarish uchun (1/5KMnO₄) ning 0,5M li titrlangan eritmasi va quyidagicha tayyorlangan temir sulfat eritmasi kerak bo'ladi.500ml distillangan suvga 200ml konsentrlangan H₂SO₄ qo'shiladi va hosil bo'lgan qaynoq eritmada FeSO₄·7H₂O eritiladi. So'ngra eritma 1l gacha suyultiriladi. Analiz boshlanishidan oldin shunday eritmaning 25ml 200ml suvda suyultiriladi va 0,5M(1/5KMnO₄) bilan titrlanadi.

MnO₂ aniqlash quyidagi tartibda olib boriladi. Sig'imi 250ml li kolba uglerod (IV) bilan to'ldirilib unga maydalangan pirolyuzit tayyorlangan temir sulfat eritmasining 75ml ga nisbatan 1g miqdorda analitik tarozida tortib olinadi. Bunzen klapani bilan yopilgan kolba oxista kizdiriladi. Bunda quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:



Eritmadagi qora zarrachalar yo'qolgandan keyin kolba sovutiladi. Uning tarkibidagi eritma 200ml suv bilan eritiladi va temir (III) sulfatning ortikcha miqdori 0,5M(1/5KMnO₄) bilan titrlanadi. Agar temir (II) sulfatning 20ml boshlang'ich eritmasini titrlash uchun V₁ ml 0,5M(1/5KMnO₄) eritma, 75ml pirolyuzit eritmasiga ishlov berilgandan keyin uning hajmi V₂ ml 0,5M(1/5KMnO₄) ga teng bo'lsa u holda MnO₂ ning miqdori

$$m(\text{MnO}_2) = (3V_1 - V_2) \cdot KC(1/5\text{KMnO}_4) \cdot 5M(1/2\text{MnO}_2) / 1000g,$$

ga teng bo'ladi.

Bunda, 0,5M(1/5KMnO₄) - permanganatning molyar ekvivalent konsentratsiyasi, mol/l;

K- molyarlikka tuzatish koeffitsienti;

$M(1/2MnO_2)$ - (43.46) MnO_2 ning molyar ekvivalent konsentratsiyasi;

Bundan pirolizidagi MnO_2 ning % miqdorini topishimiz mumkin:

$$w(MnO_2) = \frac{m(MnO_2)}{m} \cdot 100\%$$

Bunda, m- pirolizit massasi, g.

2. Kaliy permanganat va manganatni analiz qilish

Agar kaliy permanganat va manganat eritmada birgalikda bo'lsa ularning miqdori yodometrik usulda aniqlanadi. Kislotali muhitda permanganat va manganat iodidni erkin yodgacha oksidlaydi:



Permanganat va manganatni alohida aniqlash uchun oldin tiosulfat bilan yuqoridagi reaksiyalar bo'yicha hosil bo'lgan yod titrlash yo'li bilan topiladi. So'ngra parallel namunalarda permanganat tioqianid bilan manganatgacha qaytariladi:



Shundan keyin tiosulfat bilan manganat yodidning oksidlanishidan ajralib chikkan yod titrlanadi. Yuqoridagi reaksiyalardan kurinib turibdiki, bu erda titrlash uchun birinchi xolatdagiga nisbatan kam tiosulfat sarflanadi va bu farq eritmadagi permanganatning 1/5 qismiga mos keladi. Agar birinchi xolatda titrlash uchun tiosulfatdan V_1 ml, ikkinchi xolatda V_2 ml sarflangan bo'lsa, permanganat va manganat miqdoriga mos keluvchi tiosulfat eritmasining hajmlari:

$$V_{perm.} = 5(V_1 - V_2) \text{ mg}; V_{mang.} = (5V_2 - 4V_1) \text{ mg ga teng bo'ladi.}$$

Amalda analiz quyidagi tartibda olib boriladi. Tarkibida permanganat va manganat bo'lgan ma'lum hajmdagi eritmaning bir qismi MnO_2 aralmashmasidan SHot №4 filtri orqali filtrlab ajratiladi. Olingan eritmadan pipetka yordamida 10 ml olinib u 50 ml li o'lchov kolbasiga o'tkaziladi va unga 15 ml li 2,5 M li NaOH yoki KOH qo'shiladi, suv bilan kolba belgisigacha suyultirilib, yaxshilab aralashtiriladi. O'lchov kolbasidan 10 ml eritma pipetka yordamida konussimon kolbaga o'tkaziladi va unga 15ml 10% li kaliy iodid eritmasi va 4M li sulfat kislotadan 15ml qo'shiladi. Kolba yopiladi va 10 minut ushlab turiladi. SHundan keyin yod kraxmal ishtirokida 0,1 M li natriy tiosulfat ishtirokida titrlanadi.

O'lchov kolbasidagi ikkinchi namuna eritmasidan xuddi shu pipetka yordamida 10 ml ajratib olinadi. Konussimon kolbaga 2,5 ml li NaOH yoki KOH eritmasi va 10ml 0,0025M kaliy tioqianid eritmasidan qo'shiladi. Kolba 15 minut davomida qorong'i joyda ushlab turilgandan keyin olingan eritmaga 15ml 10% li kaliy yodid va 15ml 4M li sulfat kislotada eritmasi qo'shiladi. Kolba yopiladi va 10 minut davomida ajralib chiqqan yod 0,1M li natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi.

Yuqorida bayon etilgan analizni bajarishda ko'rsatilgan miqdorlarga kat'iy rioya qilish va reaktivlarni qo'shish tartibini to'g'ri olib borish kerak.

Tekshirilayotgan eritma tarkibidagi permanganatning S_p va manganatning S_m konsentratsiyalari, g/l da quyidagi tenglamalar bo'yicha hisoblanadi:

$$C_n = \frac{C \cdot 5(V_1 - V_2) \cdot M(1/5KMnO_4) \cdot 50}{10 \cdot 10}$$

$$C_n = \frac{C \cdot 5(5V_2 - 4V_1) \cdot M(1/4K_2MnO_4) \cdot 50}{10 \cdot 10}$$

Bunda, V_1 – birinchi titrlashda sarflangan tiosulfat hajmi, ml;

V_2 – ikkinchi titrlashda sarflangan tiosulfat hajmi, ml;

C – tiosulfatning eritmadagi molyar konsentratsiyasi, mol/l;

$M(1/5KMnO_4)$ yoki $M(1/4K_2MnO_4)$ - (31,6 yoki 49,3) permanganat va manganatning molyar ekvivalent massalari;

10, 10, 50 - suyultirish uchun tuzatish.

Hosil qilingan ma’mulotlar quyidagi ko’rinishda rasmiylashtiriladi.

Jadval 8.1.

Qotishmani tayyorlash bo’yicha ma’lumotlar

Pirolizit massasi $m_{pir.}, g$	KOH massasi $m_{kon.}, g$	$\tau_{pishirish}$ vaqti, min	Pirshirish temperaturasi, $t, ^\circ S$	KMnO ₄ eritmasi			% MnO ₂	Aylanish darajasi, %
				V, ml	S_{mang} , g/l	S_{perm} , g/l		

Boshlangich va tajriba ma’lumotlari

Jadval 8.2.

V_{bosh} , ml	j_a , A/m ²	j_k , A/m ²	Anod materiali	Aralashtirish usuli	Kulonometr massasi, g		$\Delta m_{kul.}$, g	Q, A·soat

Jadval 8.3.

Tajriba va hisoblash ma’lumotlari

τ , min	I, A	U, B	t , $^\circ C$	Elektrolizdan keyingi elektrolit			Mn ning yo’qolishi	Tok bo’yicha chiqish VT,%	Solishtirma energiya sarfi VT·soat/g
				V, ml	C, g/l KMnO ₄	C, g/l K ₂ MnO ₄			

Tajribani bajarish uchun topshiriqlar

1. (100 A/m², $S_K : S_A = 1:10$) shartlarda kaliy permanganatni olish, bunda marganets (IV) - oksidini manganatga aylanish darajasini, permanganatning tok bo’yicha chiqishini, solishtirma energiya sarfini va elektrolizda marganetsning yo’qolishini aniqlash.

2. 60-150 A/m² oraliqda anodli tok zichligining permanganatning tok bo'yicha chiqishiga va solishtirma energiya sarfi ($S_K:S_A = 1:10$)ga ta'sirini o'rganish.

3. Katodli va anodli tok zichliklari $S_K:S_A = 1:10, 1:20, 1:40$ ning VT va solishtirma RE ga ta'sirini permanganat olish jarayonida o'rganish.

9-Laboratoriya ishi

RANGLI METALLARNI ELEKTROLITIK USULDA AJRATIB OLISH

Suyuqlanmalarni elektroliz qilish yordamida metallar ishlab chiqarish.

Alyuminiy olishda boshlang'ich xom ashyo bo'lib uning kremniyli qotishmalari boksit, nefelin, alunit va kaolinlardan foydalaniladi, shulardan muhimi boksit bo'lib, unda **30 dan 60-70% gacha Al_2O_3 , 1-15% SiO_2 , 2-35% Fe_2O_3 va 24% TiO_2** bo'ladi.

Nefelin apatit - nefelinli jinslar tarkibiga kirib, uning asosiy komponentlari apatit **$3Ca_3(PO_4)_2 CaF_2$** va nefelin (**Na, K**) $_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ hisoblanadi.

Bu komponentlarni ajratish uchun xom ashyo flotatsiya usulida boyitiladi va bunda apatitli konsentrat ham glinozem ishlab chiqarish uchun qimmatli xom ashyo hisoblanadi.

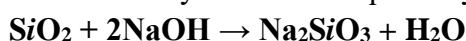
Glinozem ishlab chiqarish

Elektrolitik usulda alyuminiy olishda muhim bosqichlardan biri sof alyuminiy oksidi olishdir. Sof alyuminiy oksid olishning usullarini uchta guruhga bo'lish mumkin: **ishqoriy, kislotali va elektrotermik**. SHulardan birinchisi ko'proq ishlatiladi.

Alyuminatli eritmalarning parchalanishidan alyuminiy gidroksid hosil qilinib, u yana qizdirilganda alyuminiy oksidini hosil qiladi. Birinchi marta bu usul K.I. Bayer tomonidan taklif etildi. Bu usulda glinozem ishqorli eritmalarda 160-170 °S temperaturada va 3-4 kgs/sm² bosimda alyuminatli eritma hosil qilish bilan olib boriladi va undan alyuminiy gluuroksid ajratib alinadi.

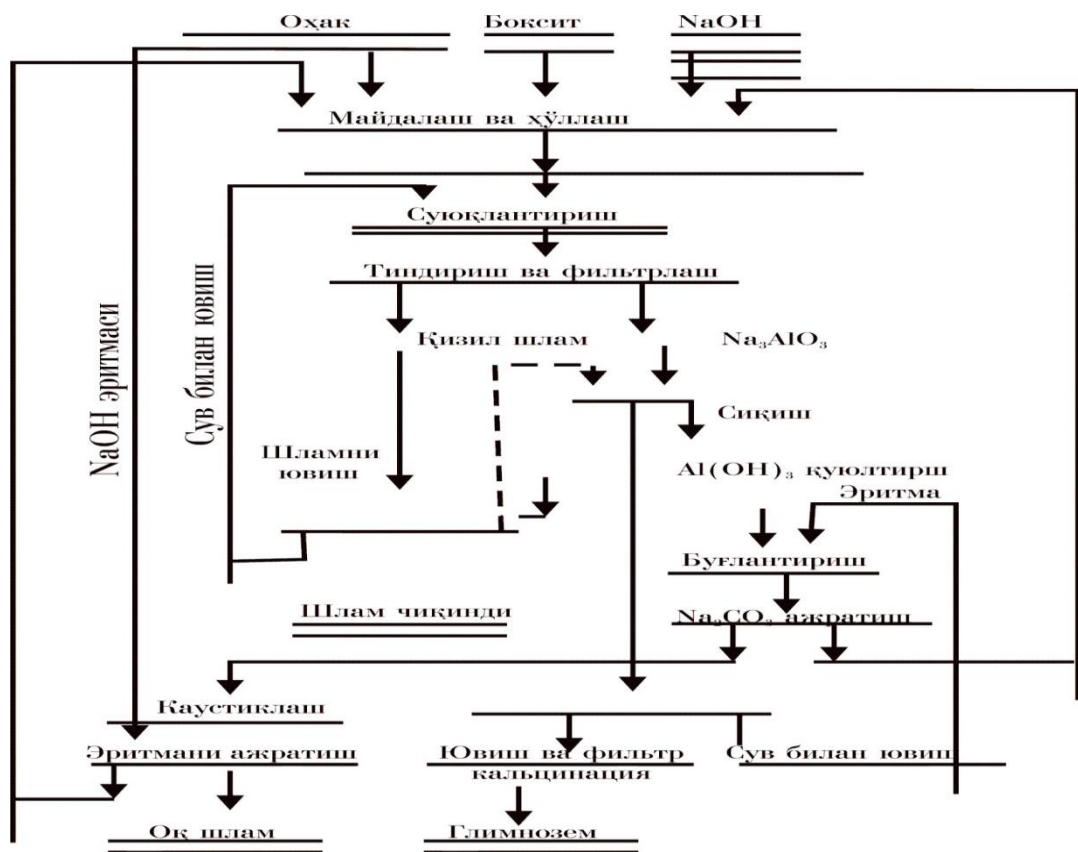
Boksit ishqor eritmasida maydalanib, hosil qilingan pulpa avtoklavlariga beriladi va **40%** li **NaOH** eritmasi bilan 2-3 soat davomida ishlov beriladi. Bunda boksit tarkibidagi alyuminiy gidroksid eriydi: **$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2H_2O$**

Boksit tarkibidagi kremnezem ham natriy silikat hosil qilib eriydi:



SHundan keyin natriy silikat alyuminat bilan reaksiyaga kirishib, erimaydigan natriyli alyumosilikatni hosil qiladi:





1 - rasm. Bayer usulida glinozem olish sxemasi

Elektrolit tarkibi

Glinozem va elektrolit - elektrolitning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Kriolit glinozemli suyuqlanmalar elektr o'tkazuvchanligi, to'yingan bug' bosimining nisbatan katta emasligi bilan xarakterlanadi. Elektrolit zichligi alyuminiyli suyuqlanma zichligidan kichik bo'lganligi uchun katod sifatida alyuminiydan foydalanish imkonini beradi.

Alyuminiy olishda elektrolit tarkibidagi **NaF va AlF₃** larning nisbati har doim kriolit tarkibiga mos kelmaydi, chunki har ikki fluorid ham qisman bug'lanadi yoki bir qancha oraliq reaksiyalarga kirishadi. Alyuminiyning elektroliz qilish amaliyotida elektrolit tarkibi **NaF: AlF₃** larning mos nisbatlari bilan ifodalanadi.

Kriolit uchun u uchga teng; **AlF₃** ning miqdori ortiqcha bo'lsa, bu nisbat uchdan katta.

Elektrolitlarning suyuqlanish temperaturasini pasaytirish, alyuminiyning yo'qolishini kamaytirish uchun **CoF₂** dan tashqari **MgF₂ + CoF₂** ning 10-12 massa% miqdorda **MgF₂ + CoF₂** ham qo'shiladi. Ishqoriy elektrolitlarda, alyuminiy bilan birgalikda katodda natriy ham ajralib chiqishi mumkin. Kriolit zichligini (g/sm³ larda) quyidagi ifodadan topish mumkin.

$$P_t = 2,112 - 0,93 \cdot 10^{-3} (t-1000)$$

Elektrolitga **NaF** va **AlF₃** qo'shilganda suyuqlanma zichligi pasayadi, **CoF₂** qo'shilganda esa ortadi. Suyuq holdagi alyuminiyning temperaturaga bog'liqligi $P_t = 2,382 - 0,273 \cdot 10^{-3} (t-659)$ ifodadan topiladi.

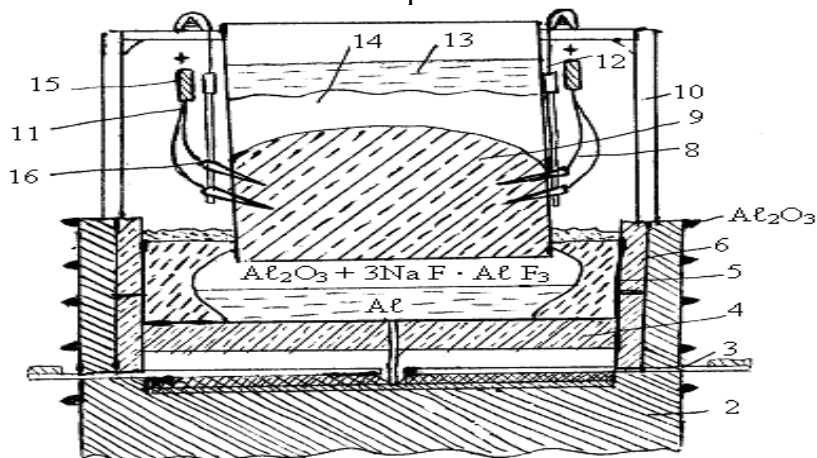
Elektrolitning yopishqoqligi uning tarkibidagi glinozem miqdoriga bog'liq.

Kriolit tarkibida **Al₂O₃** massasi 10% bo'lsa, suyuqlanma yopishqoqligi 1000°C dagi kriolit yopishqoqligidan 23% gacha ortadi. Elektrolitning barcha fizik-kimyoviy xossalari **Al₂O₃** miqdoriga bog'liq bo'lib, uning miqdori elektroliz jarayonida o'zgarib turadi. Shunday qilib **Al₂O₃**

miqdori kamayishi bilan kristallanishining boshlanish temperaturasi, elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi ortadi, uning yopishqoqligi esa kamayadi.

Elektrolizyornlarning tuzilishi va ulardan foydalanish

Alyuminiy sanoatining rivojlanishi bilan elektrolizyornlarning konstruksiyalari ham birmuncha o'zgarib bormoqda. Zamonaviy elektrolizyorn beshta asosiy qismdan iborat bo'lib, u vanna korpusi, katod, anod, anodli tok berish va katodli tok berish qismlaridan iborat.



2-rasm. O'zi yonuvchi anodli elektrolizyorn.

1 – cho'yan quyma; 2 - shamotli g'isht; 3 - sterjen; 4 - ko'mirli blok; 5 - gar nissaj; 6 - ko'mir plitka; 7 - serpa; 8 - egiluvchan shinalar; 9 - anod; 10 - anod uchun ustun; 11 - anod ramasi; 12 - suyuq massa; 13 - hamirsimon massa; 14 - mis shina; 15 - shtir.

Alyuminiy olishda glinozem sarf bo'ladi. Vannani ishlash rejimining asosiy ko'rsatkichlaridan biri anodli effektlar chastotasining hosil bo'lishidir. Bu esa kuchlanishning temperatura va energiya sarfining ortishiga sabab bo'ladi. Anodli effekt vannada qorishilayotgan glinozem miqdori o'zgarganda paydo bo'ladi va vanna ishini nazorat qilish usullaridan biri hisoblanadi.

Katod metalli sathining balandligi o'zgarmas holda ushlab turiladi. Hosil qilingan alyuminiy vannadan vakuum- kovsh orqali sefon yordamida chiqariladi. Metall ajratib olingandan keyin vanna tubida qolgan uning qatlami qalinligi 10-15sm bo'lishi kerak bo'lib, bu vannaning normal ishlashini ta'minlaydi. Elektrolit temperaturasi har doim 940-960°C atrofida ushlab turiladi. Bu rejim elektrodlararo masofaning yoki tok kuchining o'zgarishi, vannadagi alyuminiy miqdorining va elektrolit solishtirma qarshiligining o'zgarishi bilan tushuntiriladi.

Zamonaviy elektroliz sexlarida vannalar ikki yoki to'rt qator qilib joylashtiriladi.

Agregatlarning quvvati ortib borishi bilan solishtirma kapital mablag'lar kamayadi, mehnat unumdorligi ortadi. Hozirgi vaqtda sexdagi sarf harajatlarning 80% ko'prog'i xom ashyo asosiy materiallar va elektr energiyaning ulushiga mos bo'ladi.

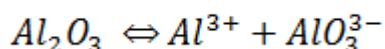
Alyuminiyni ishlab chiqarish usullari

Bundan elektrolit sifatida kriolit glinazyomli suyuqlanmadan foydalaniladi. Elektroit komponentlarining optimal nisbatini tanlash juda muxim bo'lib, bunda xosil bo'lgan maxsulotni suyuqlanish temperaturasi birmuncha past bo'lishi talab etiladi.

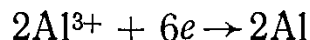
NaF – AlF₃ sistemasini suyuqlanish diagrammasini tadqiq qilish, bu sistemada suyuqlanish temperaturasi 1011⁰S bo'lgan birgina kongruent kimyoviy birikma –kriolit Na₃AlF₆ (25 mol % AlF₆) va ikkinchi inkongruent birikma – xiolit 5NaF·3AlF₃ mavjudligini ko'rsatdi. Amaliyotda tarkibi kriolitga yaqin bo'lgan birikmalardan foydalaniladi. kriolitda 10 mas.% alyuminiy oksidini eritish bilan aralashmani temperaturasini 960⁰S gacha pasaytirish mumkin.

Temperaturani CaF₂, MgF₂, NaCl, BaCl₂, LiF kabi qo'shimchalar yordamida xam ma'lum darajada pasaytirish mumkin. Lekin ulardan foydalanishda elektrolitning boshqa fizik-kimyoviy xossalari qanday darajada ta'sir ko'rsatishini xisobga olish kerak.

P.P. Fedot'ev nazariyasiga ko'ra kriolit to'liq Na⁺ va AlF₆³⁻ ionlariga dissotsialanadi, glinozom esa ma'lum darajada quyidagi reaksiya bo'yicha dissotsialanadi:

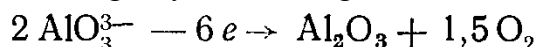


P.P. Fedot'ev fikriga ko'ra tok Na⁺ va AlF₆³⁻ vositasida o'tkaziladi, lekin bunda glinozomning parchalanishi kuzatiladi.



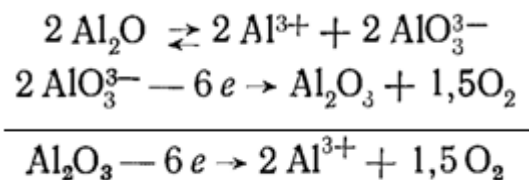
Na⁺ kationlari va AlO₃³⁻ anionlari ko'proq bo'lgan katod atrofi qatlamida natriy alyuminat Na₃AlO₃ to'planib qoladi.

Anodli jarayon AlO₃³⁻ anionlarining zaryadsizlanishiga olib keladi:

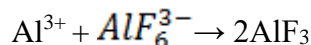


Kislorod anod uglerodi bilan ta'sirlashib, CO va CO₂ ni xosil qiladi.

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



Anodda AlF₃ xosil bo'ladi:

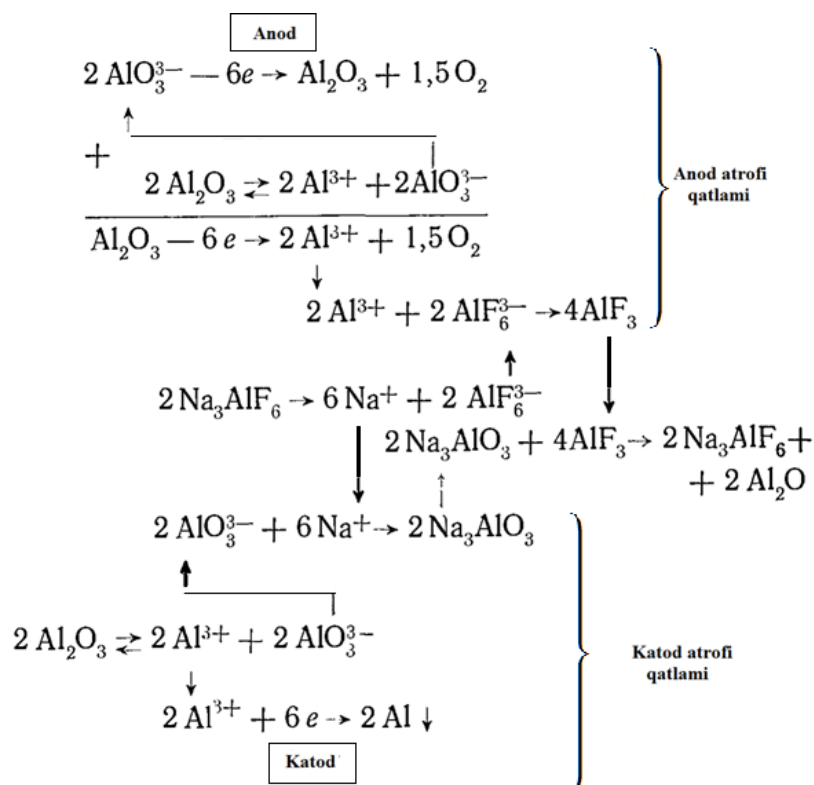


Sanoat elektrolizyorida alyuminiy ftorid elektroliti aralashirilganida u natriy alyuminat bilan ta'sirlashadi va qaytadan kriolit va glinozomni xosil qiladi. Bu nazariyaning keyingi aniqlanishlari bo'yicha kriolit-glinozomli suyuqlanma natriy kationi va oksiftorid anionlaridan tarkib topgan deb tasavvur mavjud:



va oraliq jarayonlar shu anionlar ishtirokida sodir bo'ladi:

Alyuminiyli vannada boradigan jarayonlar sxemasi:



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

Alyuminiy uglerod bilan ta'sirlashganda alyuminiy karbidini xosil 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 futerovkani 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:

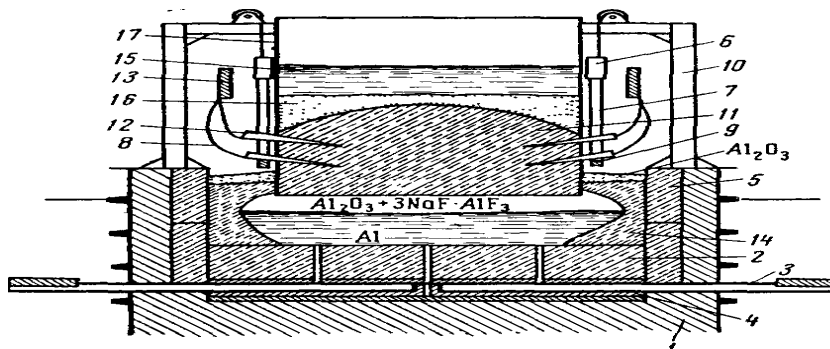
Katodli qurilma, anodli qurilma, oshinovkali sistema.

Katodli qurilma po'latli qobiq ko'rinishida bo'ladi. Uning ichki qismi ko'mirli blok va plitalar bilan qoplangan. Qobiqning pastki qismiga **podli** ko'mir bloklar, ya'ni katod yotqizilgan. **Podli** bloklarning pastki qismiga elektrolizyorga o'rantmasdan oldin, cho'yan bilan po'latli katodli sterjinlar quyiladi va ular podinaga tok berish uchun xizmat qiladi. elektrolizyorning yon tomoni futerovkasi ko'mirli plitadan tayyorlanadi. Podli bloklar orasidagi yoriqlarga podli massa quyiladi.

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

O'z-o'zidan kuydiriluvchi anodli elektrolizyori bir anodli xisoblanadi. Elektrolizyorning anodli qurilmasi ko'mirli anoddan iborat bo'lib, alyuminiyli karkasda shakllantiriladi va kuydiriladi.

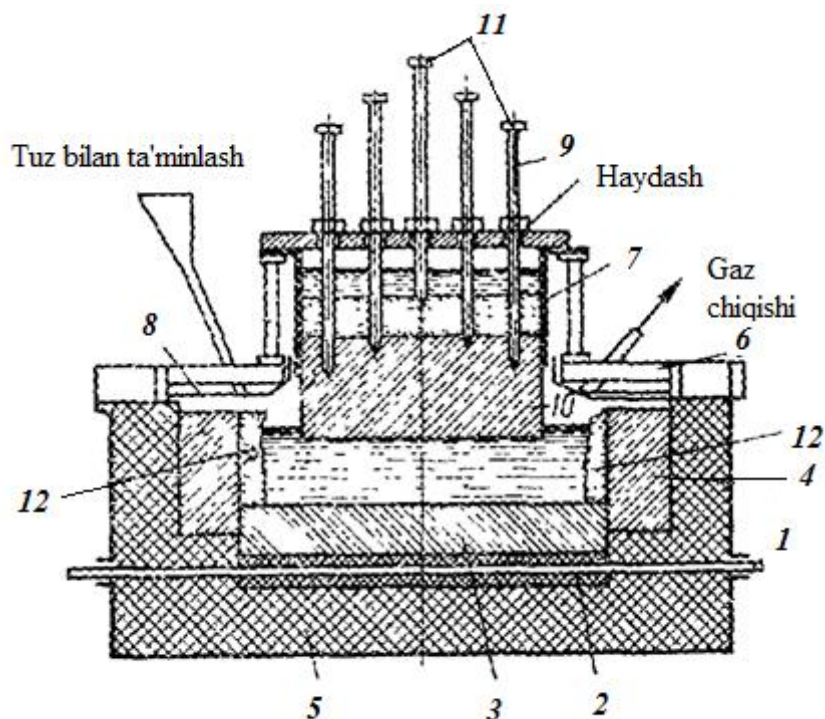
YUqoridan karkasga anodli massa yuklanadi anodning issiqligi ta'sirida u yarim suyuq xolatga o'tadi. Anodning ishlash jarayoni davomida va uni ko'mirli massaga tushirilganda massa yuqoriroq temperaturali zonaga qarab xarakatlanadi. Bu erda u koksga aylanadi. Anodning pastki qismida uglerodli massa to'liq suyuqlanadi va monolit xolga o'tib, tok o'tkazuvchan bo'lib qoladi. 131 -rasmda o'z- o'zidan kuydiriluvchi anodli vannaning qirqimi ko'rsatilgan:



3-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 qirrasasi; 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 elektrolizyordardan ko'proq foydalanilmoqda. Bunday elektrolizyorga tok yuqoridan beriladi va bu qurilmaga xizmat qilishni birmuncha osonlashtiradi. Bunday elektrolizyordalar 125-150 ka yuklanishga mo'ljallangan bo'lib, ularda elektrolizyor devori garnisaj yordamida ximoya qilinadi. (132-rasm).



4-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°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.soatni tashkil etadi. vanna glinozyom bilan uning sarflanishiga qarab ta'minlab turiladi. Glinozyom elektrolit qobig'iga beriladi. Bu erda u quritiladi. Bundan tashqari glinozyom yordamida anodli effekt yuqotiladi. SHuning uchun anodli effekt yaqinlashganda anod oldidagi qatlam urib tushiriladi va u glinozyom bilan suyuqlanmaga qo'shiladi.

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

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

1 – tajriba. Qalay (II)- xlorid eritmasining elektrolizi

Elektroliz qilinadigan stakanga qalay (II)- xlorid eritmasi bilan to'ldiring. Grafit elektrodni tushirib, o'zgaras tokka ulang. Katodda ajralayotgan yaltiroq qalay metalining kristallari grafit elektrodga o'tirishini kuzating.

Katodda va anodda boradigan reaksiya tenglamalarini yozing.

2 – tajriba. Rux sulfat tuzi eritmasining grafit elektrodlardagi elektrolizi

Elektroliz qilinadigan stakananing yarmigacha 2N li rux sulfat eritmasidan quyib, grafit elektrodni tushiring. Tok yuborilgandan so'ng, oldin katodda vodorod pufakchalari, so'ngra esa yaltiroq metall zarrachalarini ajralganini ko'rishingiz mumkin. Anodda esa gaz ajralayotganini kuzating. Elektrodlarda boradigan jarayonlarni va rux sulfat tuzi eritmasining elektrolizini reaksiya tenglamasini yozing.

3 – tajriba. Grafit elektrodalarda CuSO_4 eritmasining elektrolizi.

A) Elektrolizyorga mis sulfatning 5 % li eritmasidan qo'ying va unga grafit elektrodni tushirib, tok manbaiga ulang. Bir necha minutdan so'ng katodda mis ajralib chiqishini kuzating. Katod va anodda sodir bo'ladigan jarayonlarning reaksiya tenglamalarini yozing.

V) Avvalgi tajribada sirtida mis ajralgan elektrodni tok manbainig musbat qutbiga, ikkinchi elektrodni esa manfiy qutbiga ulab, mis sulfat eritmasi orqali elektr toki o'tkazing. Anoddagi misning erishini kuzating. Anod misdan yasalgan bo'lsa, mis sulfatning suvdagi eritmasining elektroliz sxemasini tuzing.

3 – tajriba. Kumushni rafinlash

A) Elektrolizyorga kumush nitratning 5 % li eritmasidan qo'ying, elektrodni tushiring va zanjirni tok manbaiga ulang. Katod sifatida grafit, anodga esa kumush bo'lakchasini vinil xloriddan tayyorlangan qopchiqcha qopchaga solib, elektrolizyorga tushiring. Anod erishi davomida ajralib chiqqan shlam qopchiqcha ichida qoladi. Bir necha minutdan so'ng katodda yaltiroq kumush bo'lakchalarini ajralib chiqishini, anodda esa kumushni erishini kuzating. Katod va anodda sodir bo'ladigan jarayonlarning reaksiya tenglamalarini yozing. Kumush nitrat tuzi eritmasining elektroliz reaksiya tenglamasini yozing.

TAJRIBA MASHG'ULOTI-10.

NATRIY GIPOXLORITNI ELEKTROLITIK USULDA OLISH.

O'yuvchi natriyni olish

1 – tajriba. Natriy yodid eritmasining elektrolizi

Ikkita kichik stakan yoki U – simon nay olib, uni yarmigacha natriy yodid eritmasidan quyib va grafit elektrodni tushiring. Agar tajriba uchun stakanlar olingan bo'lsa, stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan NaNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrodni o'zgaras tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa yod ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrodni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien, yod ajralayotgan tomoniga esa 1–2 tomchi yangi tayyorlangan kraxmal eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

2 – tajriba. Natriy xlorid eritmasining elektrolizi

Ikkita kichik stakan olib, uni yarmigacha natriy xlorid eritmasidan quyib va grafit elektrodni tushiring. Stakanlardagi elektrolit eritmalarini agar – agar (yoki jelatin) bilan to'yingan KNO_3 eritmasi solingan U – simon naycha bilan birlashtiring. So'ngra elektrodni o'zgaras tok manbaiga ulang. Katodda vodorod pufakchalari, anodda esa xlor ajralib chiqishini kuzating.

Tok berishni to'xtatib, elektrodni oling. So'ngra vodorod ajraladigan stakanchaga ozgina fenolftalien eritmasidan tomizing. Nima kuzatiladi? Katod va anoddagi jarayonlar tenglamalarini yozing.

Nazorat uchun savollar va masalalar

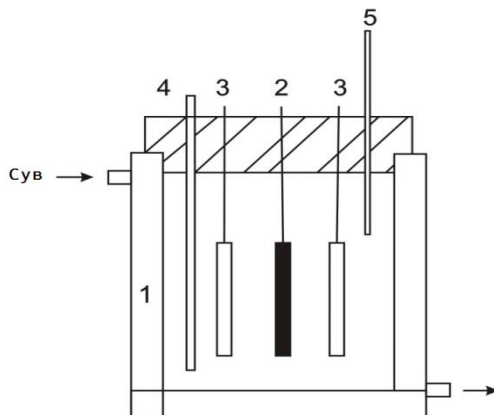
1. Nima sababdan natriy xloridning eritmasini elektroliz qilish paytida temir va grafit elektrodlardan vodorod ajraladi, simob katod bilan elektroliz paytida natriy ajralish sababini tushintiring.
2. Simob katodli elektrolizda hosil bo'lgan amalgama eritma bilan o'zaro ta'sirlashmaydi. Parchalagichda esa uning parchalanishi tezda sodir bo'lishi sababini tushintiring.
3. Nima sababdan parchalagichda natriy amalgamasini parchalanishini tezlashtirish uchun uni grafit bilan aloqada bo'lishi ta'minlanadi. Buni amalga oshirish uchun esa parchalagich grafit plitalar taxlanadi? Sababini tushintiring.

Natriy gipoxloritni olish

Ishning maqsadi: Elektrolizning olib borish sharoitning gipoxlorit olish jarayoni texnologik ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish.

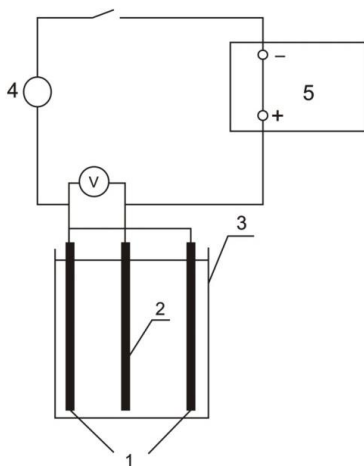
Tayanch iboralar: natriy gipoxlorit, gipoxlorat kislota, monopolyar shisha elektrolizyor, tok bo'yicha chiqish, elektr energiya sarfi.

Kerakli jihoz va uskunalar: bu laboratoriya ishi quyidagi monopolyar shisha elektrolizyorda amalga oshiriladi. Uning chizmasi va elektr sxemasi quyidagi rasmda ko'rsatilgan. Elektrolizyorning elektr sxemasi 11.2- rasmda ko'rsatilgan



5-rasm. Gipoxlorit olish uchun elektrolizyor:

1-suv rubashkali korpus; 2- grafitli anod; 3-po'latli katodlar; 4-elektrolit namunasini ajratib olish trubkasi; 5-gaz chiqarish trubkasi.

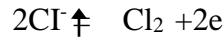


6- rasm. Elektrolizyorning elektr sxemasi

1-Katodlar; 2-anod; 3-elektrolizyor; 4-amper-soatlar hisoblagichi; 5- to'g'rilagich.

Nazariy ma'lumotlar

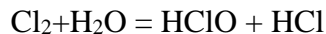
Kuchli oksidlovchi hisoblanib, natriy gipoxlorit NaClO to'qimachilik va uellyuloza- qog'oz, rangli metallurgiya sanoatida oqlovchi modda sifatida, oqova suvlarni tozalashda boshqa maqsadlarda keng qo'llaniladi. Xloridlarni suvda eritmaları elektroliz qilinganda anodda xlor ajralib chiqadi:



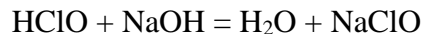
Katodda esa vodorod ajraladi:



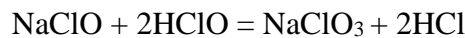
Ajralib chiqadigan xlor suv bilan birikib, kam dissoziatlanuvchi gipoxlorit kislotani hosil qiladi:



Diafragma bo'lmaganda ON^- ionlari, katodda to'planib, HClO bilan yaxshi dissoziatlanuvchi tuz- natriy gipoxloritni hosil qiladi:



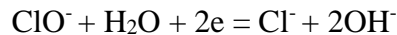
Natriy gipoxlorit gipoxlorit kislota bilan xloratgacha disproporuiyalanish reaksiyasi hisobiga oksidlanadi:



6ClO^- ionlari Cl^- ionlariga nisbatan birmuncha musbat potensialga ega bo'lib, gipoxloritni eritmada tuplanib borishi bilan anodda xloratning hosil bo'lish reaksiyasi sodir bo'ladi:



Katodda gipoxlorit qaytariladi:

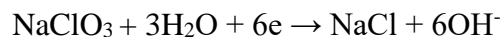
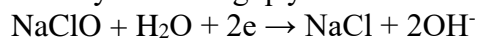


Bu jarayonlar gipoxloritni tok bo'yicha pasayishiga olib keladi. ClO^- ning katodli qaytarilishiga yo'l ko'ymaslik uchun elektrolitga natriy bixromat yoki kalsiy xlorit qo'shimchasi qo'shiladi. Qo'shimchalar katod sirtida diafragma rolini bajaruvchi plyonkalar hosil qiladi va gipoxlorit ionlari qaytarilishiga halaqit qiladi. Aralashtirishning mavjud emasligi gipoxloritning hosil bo'lishini osonlashtiradi va oson oksidlanuvchi va qaytariluvchi ClO^- ionlarining elektrodlanga yaqinlashishini qiyinlashtiradi.

Tok zichligining ortishi ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Temperatura va eritma ishqorligining ortishi gipoxlorit konsentratsiyasini kamaytiradi. Shu sababli neytral konsentrlangan eritmalarda NaCl(250-280g/l) 20-25⁰C da elektrolizga uchraydi. Anodli materiallarga platina, platina surkalgan titan, grafit, qo'rg'oshin (IV) -oksidi, magnetitlar, katodli materiallarga esa po'lat kiradi.

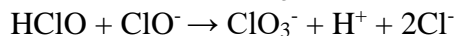
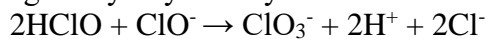
Ishning mazmuni

Diafragmasiz natriy xloridning neytral eritmalarini elektroliz qilishda anodda asosiy maxsulot sifatida NaClO, NaClO₃, O₂ va Cl₂ lar ajraladi. Agar elektroliz jarayonida gazsimon holda maxsulot ajralmasa, uni gipoxlorit miqdori bilan aniqlash mumkin. Elektrolizning boshlanishida dastlab tok NaClO ning hosil bo'lishiga, ma'lum vaqtdan keyin esa elektrolitda NaClO₃ ning to'planishi ortib boradi. Bunda elektrodlanga asosiy jarayonlar bilan bir qatorda bir necha xil oraliq jarayonlar ham sodir bo'ladi. Katodda gipoxlorid va natriy xloratning qaytarilishini kuzatish mumkin:



Buning oldini olish uchun elektrolitga natriy bixromat yoki kalsiy xlorid qo'shiladi. Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra natriy bixromatni qo'shish ClO^- ionlarini katod sirtida sorbuviyalanishini qiyinlashtiradi, kalsiy xloridni qo'shish esa unda kalsiy gidroksid qavatining hosil

bo'lishiga olib keladi. Bu qavat diafragma vazifasini bajaradi va katodda NaClO ning qaytarilishiga yo'l qo'ymaydi. Elektrolitda quyidagi kimyoviy reaksiyalar sodir bo'ladi:



Gipoxlorit konsentratsiyasi past bo'lganda, ya'ni $\text{pH} > 7$ da ClO^- konsentratsiyasi anod sirtida keskin ortadi va xloratning hosil bo'lishi elektrokimyoviy reaksiyasi ulushi ham ortadi.

Xloratning ajralib chiqishi nuqtai nazaridan $\text{pH} \ 6,7 - 6,8$ da xlorat kimyoviy reaksiyalar ishtirokida ionlarga ajraladi. Temperatura ortishi bilan reaksiya tezligi keskin ortadi. NaClO ning ancha qismining NaClO_3 ga aylanishiga imkon beruvchi sharoitda jarayon olib borilsa, O_2 ning hosil bo'lishida tokning yo'qolishi keskin kamayadi, tok bo'yicha chiqish ortadi.

Ishni bajarish tartibi

Ishni tajriba qismi ikki bo'limdan iborat:

1-Gipoxloritni olish, 2-boshlangich eritma va oxirgi maxsulotlarni kimyoviy analiz qilish.

1. Bu ishda monopolyar shisha elektrolizyor (12.1.rasm)dan foydalaniladi. Uning qopqog'iga elektrodlar o'rnatiladi. Uning o'rtasiga grafitli anod, chetlari bo'ylab esa po'latli katodlar o'rnatiladi. Katodlarning ishchi bo'lmagan tomonlari lak bilan izolyatsiyalanadi. Elektrolizyor qopqog'i rezina prokladka va kiskichlar bilan zichlashtiriladi. Qopqog' gaz chiqarish trubkasi bilan ta'minlangan bo'lib, u orqali elektroliz gazlari shlanglar vositasida tortish murisi tagidan chiqarib yuboriladi.

Elektrolizyor qopqog'i orqali elektrolit namunasini olish uchun ham shisha trubka o'tkazilgan. Elektroliz jaryonida namuna olish uchun mo'ljallangan yuqorigi trubkalar zich qopqog' bilan yopiladi.

Elektrolizyor orqali o'tuvchi elektr miqdori hisoblagich bilan amper-soatlarda hisoblanadi. Ishni boshlashdan oldin elektrolizyor elektrolit bilan to'ldiriladi.

Topshiriqda ko'rsatilgan tok kuchi qiymati butun tajriba davomida o'zgarmasligi kerak. Tajribaning davomiyligi o'lchash va analiz qilish chastotasi ham topishirikda ko'rsatilgan bo'ladi. Tok kuchi 2,5 amper bo'lganda elektrolit analizini har soatda 3 soat davomida olib boriladi. Pipetka yordamida 1ml elektrolit namunasini olish elektrolizyor qopqog'idagi trubka orqali amalga oshiriladi. U tajriba vaqtida elektrolitga botib turishi kerak.

2.Boshlangich eritma va oxirgi maxsulotlarni kimyoviy analiz qilish.

NaCl, NaClO va NaClO_3 larning miqdorini aniqlash (3) ishda ko'rsatilgan tartibda amalga oshiriladi.

Gipoxloritning tok bo'yicha chiqishini quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$BT_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaClO}}^{\text{aman}}}{m_{\text{NaClO}}^{\text{haz}}} \cdot 100\% = \frac{C_{\text{NaClO}} \cdot V_{\text{эл}}}{g_{\text{NaClO}}} \cdot 100\%$$

Bunda, C_{NaClO} – NaClO ning konsentratsiyasi, g/l (kimyoviy analiz bo'yicha aniqlanadi);

$V_{\text{эл}}$ - elektrolzyordagi elektrolit hajmi, l;

g_{NaClO} - NaClO ning elektrokimyoviy ekvivalenti, g/A·soat;

Q - hisoblagich yordamida o'lchangan elektr miqdori, A·soat.

3. AMALIY MASHG'ULOTLAR

KIRISH

«Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi» fanini o'qitishdan maqsad, talabalarga “Nazariy elektrokimyoy” dan olgan bilimlarni amalda mustaxkamlash va to'ldirish ya'ni; yangi xususiyatlarga ega bo'lgan elektrokimyoviy qoplamalar; elektrokimyoviy tok manba'lari, akkumulyatorlar va batareyalarni yaratish; elektrokimyoviy usullar bilan ruda, konsentratlar va boshqa birikmalardan suvli eritmalar va suyuqlanmalar yordamida metallarni ajratib olish va ularni tozalash; elektrokimyoviy usul bilan maxsulotlarni (xlor, xlorat, vodorod, kislorod, ishqor) olish; noorganik va organik moddalarni elektrokimyoviy sintez qilish, elektrokimyoviy texnologiyalarni yaratish haqida chuqur bilim berishdir.

Mazkur fanni o'zlashtirishda: metall buyumlar yuzasini kimyoviy va elektrokimyoviy usul bilan tozalashni o'zlashtirish; elektrokimyoviy usulda toza va o'ta toza metallar, shu jumladan rangli va nodir metallarni olish;

elektr tokining kimyoviy manba'larini ishlab chiqarish va ulardan to'g'ri foydalanish; ishlab chiqarishda xosil bo'ladigan oqava suvlar va boshqa chiqindilarni elektrokimyoviy tozalash; elektrokimyoviy usullar bilan noorganik va organik maxsulotlarni ishlab chiqarish; soxadagi ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish; ishlab chiqarilgan maxsulotlar sifatini baxolash kabi bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'lishdir.

Mazkur fanni o'zlashtirishda:

- metall buyumlar yuzasini kimyoviy va elektrokimyoviy usul bilan tozalashni ;
- elektrokimyoviy usulda toza va o'ta toza metallar, shu jumladan rangli va nodir metallarni olish;
- elektr tokining kimyoviy manba'larini ishlab chiqarish va ulardan to'g'ri foydalanish;
- ishlab chiqarishda xosil bo'ladigan oqava suvlar va boshqa chiqindilarni elektrokimyoviy tozalash;
- elektrokimyoviy usullar bilan noorganik va organik maxsulotlarni ishlab chiqarish;
- soxadagi ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish; ishlab chiqarilgan maxsulotlar sifatini baxolash kabi bilim, ko'nikma va malakalarga ega bo'lishlari kerak.

AMALIY MASHG'ULOT №1

Mavzu: Noorganik moddalarni elektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologik tizimlari

Nazariy qism

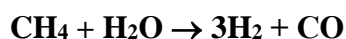
Suvni elektrolitik parchalab vodorod olish

Vodorod - kimyo sanoatda - metallurgiya va aralash sohalarda qo'llaniladi. Katta qism vodorod – ammiak, metanol va karbamid ishlab chiqarishda ishlatiladi. Vodorodning olinishi ikki turga, ya'ni kimyoviy va elektrokimyoviy usullarga bo'linadi.

Kimyoviy usullariga:

a) Temir-bug' usuli, ya'ni temir kukuni bilan suv bug'i ta'sirida olinishi. Bu usul samarali bo'lmay, bugungi kunda o'z ahamiyatini yo'qotgan;

b) konversiya usuli. Yuqori temperaturada tabiiy koks yoki generator gazlaridan suv bug'i bilan o'zaro ta'siri, neft mahsulotlarni qayta ishlaganda gazlar hamda, metanni kreking vaqtida ajralib chiqadi. Bu jarayon 1100 °S temperaturada nikel katalizatori ishtirokida olib boriladi.



Undan tashqari vodorod - yana uglerodli (koks yoki ko'mir) va suv bug'idan olinishi mumkin. Kimyoviy usulda olingan vodorod tarkibida CO, CO₂, N₂, CH₄ – H₂S, O₂ va boshqa gazlar aralashmalar ham bo'ladi va qo'shimcha tozalashni talab etadi.

Elektrokimyoviy usulda, olinadigan mahsulotlarni texnik iqtisodiy baholash

Elektrokimyoviy usulda juda katta miqdordagi kimyoviy moddalar ishqorlar, xlor, vodorod, kislorod, ko'pchilik metallar turli xil organik va noorganik moddalar ishlab chiqarishni keng yo'lga qo'yilgan. Elektrokimyoviy usulda olinadigan mahsulotlarning yoki kimyoviy moddalarning kimyoviy usullariga nisbatan ustunligi quyidagilardan iborat:

- 1) elektrokimyoviy usulda olingan mahsulotlar nisbatan tozalik darajasi yuqori;
- 2) elektrokimyoviy texnologiya asosida olinadigan mahsulotlar uchun qo'llaniladigan apparatlar va uskunalari soni kam;
- 3) elektrokimyoviy usulda kimyoviy texnologik jarayonlarda olib borishi vaqtidagidek atrof muhitga ta'sir qiladigan kimyoviy zaharli chiqindilar chiqishi kam;
- 4) elektrokimyoviy usulning avtomatlashtirishi oson va kam xarajat talab qiladi. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning tozalik darajasi yuqori. Mahsulot tannarxi past.

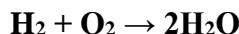
Elektrokimyoviy usulning kamchiliklari

Ayrim ishlab chiqarish texnologiyalarda juda katta miqdordagi elektr energiyasini talab qiladi. SHunga qaramasdan oxirgi yillarda masalan, alyuminiy, mis ishlab chiqarish metall va nometall materiallar va mahsulotlar ishlab chiqarish hamda ishlab chiqariladigan ko'pgina mahsulotlarning ustiga qoplama tortish elektrokimyoviy usulda amalga oshiriladi.

Elektroliz usulda vodorod olinishining nazariy asoslari

Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi deb elektrod potentsiallar muvozanatining arifmetik farqi qabul qilingan. Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi kislorod va vodorod elektrodning standart potentsiallar farqiga teng bo'lib buni standart potentsiallari sharoitida

elementlardan H_2O hosil bo'lishi reaksiyaning izobarik-izotermik reaksiyasining o'zgarishi bo'yicha ifodalash mumkin.



Izobarik-izotermik potensial o'zgarish $\Delta G^0_{298} \approx 237190 \text{ Dj/mol}$ va standart sharoitda (1 atm 25 °S)da suvning ajralishi (parchalanish) kuchlanishi quyidagini tashkil qiladi:

$$U_p = \frac{\Delta G_{298^0}}{n \cdot F} = \frac{237 \cdot 190}{2 \cdot 96500} = 1,23B$$

Bu erda, **n** - reaksiyada qatnashadigan elektronlar soni, **F** – Faradey soni. Agar elektroliz sharoiti standart sharoitdan farq qilsa, u holda vodorod va kislorod muvozanat potentsiallari o'zgarishini hisobga olish zarur.

$$E_{H_2} = E_{H_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{H^+} \qquad E_{O_2} = E_{O_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{H^+}$$

$$E_{H_2} = -0,058pH \qquad E_{O_2} = 1,23 - 0,58pH$$

Agar vodorod va kislorod elektrod potentsiallari **pH** ga birday bog'liq bo'lsa, suvning parchalanishining nazariy kuchlanishi elektrolit **pH** ga bog'liq bo'ladi. Temperatura 25°S dan 80 °S gacha oshganda u 1,23 V dan 1,18 V gacha kamayadi. Amaliyotda suv elektrolizi yuqori kuchlanishda olib boriladi (2,1-2,6 V). Nazariy mumkin bo'lgan va amaliy zarur bo'lgan kuchlanishlar orasida bunday farq elektrolizga ketgan elektr energiyadan tashqari, suvning parchalanishiga yana qo'shimcha qarshiliklarni engib o'tishga, elektrodlarga, kontakt hamda konsentratsion qutblanishga va elektrodlarda gazlarning qayta kuchlanishiga ham bog'liqdir.

Elektrolizyorlar shinalaridagi amaliy kuchlanishlar pasayishi zanjirning hamma joylarida kuchlanish tushishidan yig'iladi.

$$U = U_P + \tau_a + \tau_K + \Delta U_E + \Delta U_D = \sum \Delta \cdot U_K$$

Bu erda, **U_P** standart sharoitda suv parchalanishining kuchlanishi, **τ_a** -anoddagi o'ta kuchlanishi, **τ_K** -katoddagi o'ta kuchlanish, **ΔU_E** -elektrolitdagi kuchlanishning yo'qotilishi, **ΔU_D** - diafragmadagi kuchlanishning yo'qotilishi, **∑ΔU_K** -kontaktdagi birinchi tur o'tqazuvchilar kuchlanishning yo'qotilishi.

Quyida **10⁶ Pa (10 kg.s/sm²)** bosim va **80 °C** temperaturada va **1500 A/m²** tok zichligida ishlaydigan bipolyar filtr press elektrolizyorning taxminiy kuchlanishi balansi berilgan.

Tashkil topgan	V	%
Parchalanish kuchlanish.	1,23	53
O'ta kuchlanish katodda.	0,24	10
O'ta kuchlanish anodda.	0,42	18
Elektrolizyor kuchlanish.		
Yo'qotishi (gaz to'ldirilishi hisobga olingan diafragmada).	0,30	13
	0,10	4
I – tur o'tkazgichda.	0,05	2
Jami:	2,34 V	100%

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, elektr energiyasining katta qismi yo'qolishi elektrolit qarshiligi va elektrodlardagi o'ta kuchlanishi engishga sarflangan. Oxirgi elektrod yasalgan materialga bog'liq filtrning ustki sirt yuzasi tok zichligiga, elektrolit temperaturasiga va boshqa faktorlarga bog'liqligi bilan ajralib turadi. Vodorod ajralib chiqishi uchun paydo bo'ladigan o'ta kuchlanish **Tafel tenglamasidan** topiladi.

$$\tau_k = a + b \lg ik$$

Bu erda, a – tok zichligidagi o'ta kuchlanish, 1 A/sm^2 , v – tok zichligi 10 marta o'zgargandagi o'ta kuchlanish o'zgarishi, i_k – tok zichligi A/sm^2 .

Tajribadan topilgan a va v koeffisientlar qiymatini katoddagi o'ta kuchlanish qiymatidan kerakli aniqlikda hisoblash mumkin. Kislorod ajralib chiqishi uchun o'ta kuchlanishni oddiy formula bilan ifodalash qiyin, chunki kislorod ajralib chiqishning murakkabligi elektrodlar ustida oksid parda hosil bo'lishi bilan bog'langan. Tempuratura oshishi bilan kislorodning o'ta kuchlanishi taxminan har 1°S da $2\text{-}3 \text{ mV}$ kamayadi.

Bosim ostida suvning elektrolizi

Agar suv elektrolizi germetik yopiq elektrolizyordan gazlarni ajratmasdan olib berilsa, u holda elektrodlardagi gazlarning hajmi, suvning parchalanishdagi hajmiga teng bo'ladi. Buning uchun nazariy jihatdan bosimni 1860 kgs/sm^2 ga etkazish kerak. Bosim ostida olingan gazlarni iste'molchilarga qo'shimcha kompressorlarsiz ham etkazish mumkin. Suv elektrolizi bosim ostida o'tkazilishi amaliy tomondan foydali bo'lib, elektrolizyordagi kuchlanish bu vaqtda bir oz pasayadi.

Vodorod va kislorod elektrolizi muvozanat potentsiallarini bosimga bog'liqligini Nernet tenglamasi bo'yicha aniqlash mumkin.

$$E_{H_2} = E^0_{H_2} = E^0_{H_2} - \frac{2,3RT}{2F} \lg P_{H_2} \quad E_{O_2} = E^0_{O_2} + \frac{2,3RT}{4F} \lg P_{O_2}$$

Xuddi shunday **80 °S** da vodorod-kislorod zanjiridagi EYUKni quyidagi tenglik bo'yicha aniqlash mumkin:

$$E = E_{O_2} - E_{H_2} = 1,18 \frac{2,3RT}{2F} \lg P \pm P_{H_2}$$

SHunday **R_{O2}=R_{n2}=R** bo'lganda

$$E = 1,18 + \frac{3}{4} \cdot \frac{2,3RT}{F} \lg P = 1,18 + 0,0001sT \lg P$$

Bosim **10 kgs/sm²** oshganda EYUK taxminan **0,05 V** oshadi. Ammo suv elektrolizining bosim ostida olib borilishining salbiy tomonlari ham bor. Tajriba yo'li bilan aniqlanishiga ko'ra elektrolizyordagi bosimning oshirilishi elektrolitda gazlarning erishini ham oshiradi, tok bo'yicha unum kamayadi, shu vaqtda qo'shimcha jarayonlar: katodda kislorod qaytariladi, anodda vodorod oksidlanadi. Suv elektrolizini bosim ostida o'tkazish konstruktiv qiyinchiliklar bilan ham bog'langan elektrolizyorlarni katta bosim ostida montaj qilish va ekspluatatsiyasi murakkablashadi. SHuning uchun elektroliz jarayonining (**30-40 kgs/sm²**) bosim ostida olib borish maqsadga muvofiqdir.

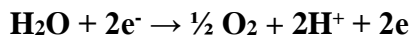
Elektrokimyoviy usulda olinadigan vodorod boshqa usullarda olingan vodorodga nisbatan toza bo'lib, olingan gaz tarkibida katalitik zaharlovchi moddalar bo'lmaydi. Kam miqdordagi vodorodning elektrolitik usulda olish maqsadga muvofiq, ya'ni foydalidir.

Ammo vodorod elektrolitik usulda olish ishlab chiqarishda juda katta elektr energiyasini sarflanishini talab qiladi. SHuning uchun katta miqdordagi vodorodni ishlab chiqarishda kimyoviy usulda ishlab chiqarish maqsadga muvofiq va faqat vodorodni qo'shimcha mahsulot sifatida ajratilishi mumkin. YAxshi tozalangan suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi juda kichik **180°C** da u **2·10⁻⁸ – 6·10⁻⁸ OM⁻²sm⁻¹** ni tashkil qiladi. SHuning uchun elektroliz uchun kislota ishkor va tuzlarning suvli eritmaları ishlatiladi.

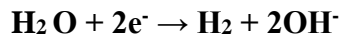
Ko'pchilik hollarda **KOH** va **NaOH** eritmaları qo'llaniladi, bundan asosiy maqsad elektrolitlar tayyorlashda konstruktiv materiallar sifatida qo'llaniladi. Elektroliz vaqtida katodda **H₂** anodda **O₂** ajralib chiqadi. Eritmaning muhitiga qarab jarayonlar mexanizmi turlichadir. Kuchli kislotali eritmada katodda vodorod ionlarga ajralib o'tadi.



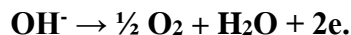
Anodda suv molekulasini parchalanadi.



Kuchli ishqoriy eritmalarda H^+ ionlar konsentratsiyasi kamligi tufayli katodda suv molekulasining qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi.



va anodda OH^- – gidroksil ionlari ajratiladi.



Agar $pH = 7$ bo'lganda yuqoridagi ikki jarayonni ham amalga oshirish mumkin. Suv elektrolizi bir vaqtda elektrolit eritmalarida ham amalga oshirish mumkin. Erkin kislorod katodda qaytariladi. Anodda erigan vodorod oksidlanadi. Natijada har bir jarayonda suv hosil bo'ladi. Yuqori temperaturada vodorod va kislorod juda kam erishi tufayli bu reaksiyalar elektrolizyorning tok bo'yicha mahsulot unumligiga kam ta'sir qiladi. Zamonaviy elektrolizyorlarda tok bo'yicha mahsulot unumi 98% ga yaqinlashmoqda.

Elektrolizyorlar, konstruksiyalari va ishlash prinsipi

Vodorod va kislorod elektrokimyoviy yo'l bilan olish uchun sanoatda har xil turdagi elektrolizyorlar bir-biridan farq qiladigan elektrod qurilmalar va gazlarni qaytarish va parchalash qurilmalar qo'llaniladi.

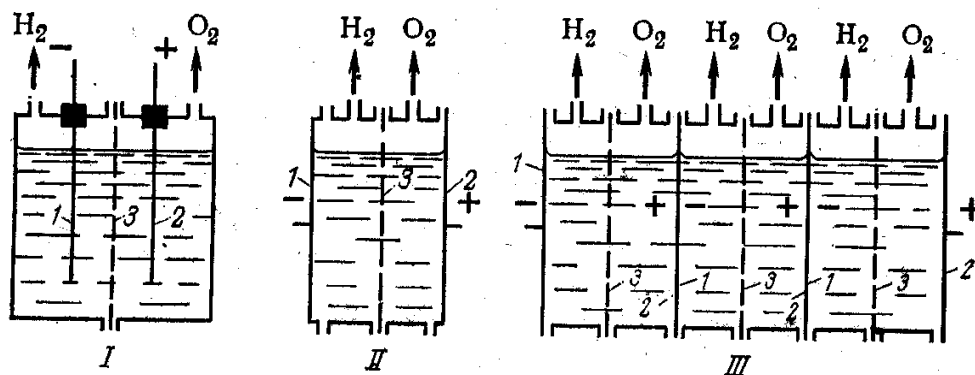
Amalda suv elektrolizi uchun uskunalar, qurilishi, elektrodlar joylashishi va ularni tok manbaiga ulash bilan farqlanadi.

SHuning uchun elektrolizyorlar ikki guruhga bo'linadi.

1. Elektrodning monopolyar ulanish – monopolyarli elektroliz;
2. Elektrodning bipolyarli ulanishi - bipolyarli elektroliz.

Monopolyarli elektrodlar parallel joylashgan, po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib, elektrodning bir qismi musbat. SHina bilan bog'langan boshqa qismi manfiy, bu vaqtda har biri ayrim olingan elektrodlar faqat katod yoki faqat anoddir, ya'ni aniq qutblilikka ega. Monopolyarli elektrolizyorlarda tok kuchi anod va katodning hamma ishchi yuzasida o'lchanadi.

Bipolyarli elektrolizyorlar ham parallel joylashgan po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib farqi shundaki, monopolyar elektrodan tok berilishi faqat chekka elektrodan beriladi. Bipolyar elektrolizyorda esa tok zichligi bitta elektrod ishchi yuzasidan aniqlanadi, lekin kuchlanish alohida olingan yacheykalar kuchlanishiga yig'iladi, ya'ni bitta olingan yacheyka kuchlanishiga teng va yacheykalar soniga ko'paytiriladi.



1.1 – rasm. Monopolyar va bipolyar elektrolizyoz qurilmalarning sxemasi

I. Monopolyar elektrolizyozlar

II. Monopolyar elektrolizyoz elektrod sifatida devorlari xizmat qiladi.

III. Bipolyar elektrolizyoz:

1- katod; 2 – anod; 3 – diafragma.

Elektrolizyozga elektrodni joylashtirish bo'yicha yashikli va filtrpressliga bo'lish mumkin.

Monopolyar elektrolizyoz yashikli bo'ladi, elektrolizyozlar korpusi to'ri burchakli yashiksimon bo'lib, uning ichida elektrodni bir-biriga parallel joylashtiriladi.

Sanoatda pressfiltrli tipdagi bipolyar elektrolizyozlar keng tarqalgan. Ular to'ri burchakli yoki yumaloq bipolyar elektrolizyozlardan tashkil topgan bo'lib bitta agregatga ramalarga prokladka orqali izolyasiyalangan pressfiltrlar tarzida bipolyar elektrolizyozlarga joylashtirilgan, bu ishlab chiqarish maydonini kamaytiradi va kontaktlardagi kuchlanishi yo'qolishini kamaytiradi.

Elektrolizyoz elementining ikkita elektrod va diafragmaning ramaga biriktirishiga tashkil topgan qismiga yacheyka deb ataladi. **Diafragma** yacheykaning ikki qismini ikki qismga bo'ladi - katod va anodga. Gazlarni bo'lish usuliga qarab elektrodni qo'n'iroqli va diafragmali bo'ladi.

Qo'ng'iroqli elektrolizyozlar rentabil bo'lmaganligi uchun sanoatda qo'llanilmaydi. Suvni elektroliz uchun elektrodni ustki ishchi yuzasi yaxshi tayyorlangan bo'lib, ular elektrodlararo bo'shliqda gazlar ajralib chiqishini effektiv ta'minlashi shart.

Eng oddiy **tekis elektroddir**. Tekis yaltiroq elektrod kichikligi katta miqdorda elektr energiyasi talab qiladi va elektrolitda gaz to'ldirilishi darajasi yuqori bo'ladi. Ikkita elektrodni qo'llanilishi elektrolitni gaz bilan to'ldirilishini kamaytiradi va elektrolit ichki aylanishini yaxshilaydi. Ikkita plastinka orasida joylashgan elektrolit gaz bilan to'ldirilishi natijasida elektrodni orasida bo'shliqda ishlaydigan ishchi elektrolitga nisbatan katta zichlikka ega bo'ladi.

Yana to'ri va plastinkali **elektrodni** ham ma'lum, lekin ular sanoatda qo'llanilmaydi. 1 – rasmda temir elektrod ko'rsatilgan bo'lib, elektrolizyozlar uchun diafragmasiz qo'llanilgan. Lekin

diafragmasiz elektrolizyordalarda toza gaz olishni temirli elektrodlarida amalga oshirish mumkin emas, bunga sabab ishqoriy eritmalarda vodorodning kichik pufakchali gazlari hosil bo'lishidir.

Filtressli elektrolizyordalarda bipolyar elektrodlar yuqori g'ovakli elektrodlar ko'proq qo'llanilgan.

Gazlarni bo'lish

Elektrolizyor ichidagi gazlarni bo'linishi. Elektrolizyorda toza gaz mahsulotlarni olish nuqtai nazaridan ham texnika xavfsizligi nuqtai - nazaridan ham juda muhimdir, chunki vodorod bilan kislorod portlovchi aralashma hosil qiladi. Elektrolizyor ichida gazlarni ajralishiga shunday erishishi mumkinki, masalan maxsus qo'ng'iroqli elektrodni tushirishdir, ammo ularni ajratishning foydali tomoni – g'ovakli ajratgich diafragmani qo'llashdir, chunki ionlar uchun engil uchuvchan va gazlar pufakchalarini o'tkazmaslik uchun sanoatda elektrolizyordalarning ikki va bir g'ovakli diafragmalisi keng tarqalgan.

Ular katod va anod bo'shlig'ni kerakli holda ajratib turadi va jarayonning xavfsizligini ta'minlaydi, ikkilamchi diafragmani qo'llash elektrolizyorda kuchlanishni oshiradi, lekin ajratib olingan gazlarni tozalash osonlashadi.

Zamonaviy monopolyar va bipolyar elektrolizyordalarda ko'pchilik hollarda birlamchi diafragmalar qo'llanilmoqda.

Suv elektrolizi uchun diafragmaga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar, masalan elektr o'tkazuvchanlik, kerakli zichlikkaga ega bo'lish, mexanik qattqlik va kimyoviy barqarorlikdir. Suv elektrolizida mahsulotlar sifatini oshirish uchun asbestdan to'qilgan mato hamda, metalli, fosforli va keramik diafragmalar qo'llaniladi. Eng ko'p tarqalgani g'ovakli diafragmadir, asbest materialdan tayyorlash uchun ishqorga chidamli tolasi uzun oq akrizitol asbesti qo'llaniladi. Bosim ostidagi elektroliz uchun diafragma mayda g'ovakli bo'lishi shart, chunki elektrolitning erigan gazlar bilan diffuziyasini to'xtatish uchun asbestli diafragmalarni ishlatish ko'p yillarga, ya'ni bir necha 10 yillar ishlaydi. Hamma diafragmalarni metall ramalarga biriktirish ularning mustahkamligini oshiradi va ular bilan ishlash qulay bo'ladi.

Elektrolizyorlar normal ishlashini ta'minlash uchun diafragmaning ikki tomonida ham bosim bir xil bo'lishi zarur. Bu maqsad uchun ikki sistemali regulirovka qo'llaniladi.

Amaliy qism

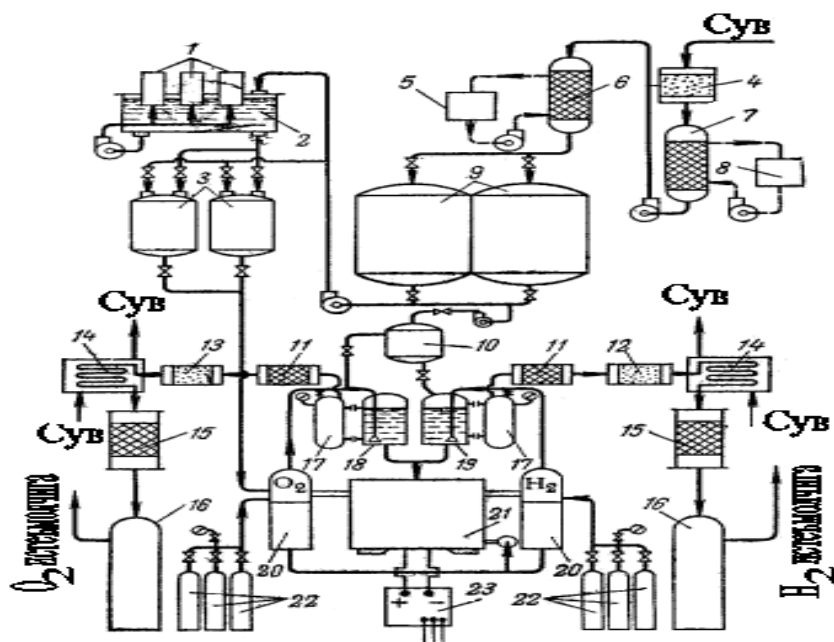
Suv elektrolizining texnologik sxemasi

Suvning elektrolizi uchun kondensat distillangan yoki ion almashinish usuli bilan tozalangan suvdan foydalaniladi. o'llaniladigan suvning elektr o'tkazuvchanligi $10^{-5} \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan oshmasligi kerak.

Baraban (1) dan qattiq ishqorni (2) - uskuna erituvchi bakda (idishda) eritib, **32-35%** li **KOH** eritmasi tayyorlanadi. Keyin olingan eritma (3) - sig'imli uskunada korreksiyalanadi va elektrolizyorda (21 da) elektroliz jarayoni boradi. Suv, mexanik (4) va ionalmashinish filtrlari (6) va (7) da tozalanib (9) sig'imli idishga oqib tushadi, u erdan nasoslar yordamida ta'minlovchi bakka (10) uzatiladi va undan keyin gazlarni yuvuvchi (19) qurilmalar orqali elektrolizyordagi (21) asosiy reaktorga beriladi.

Elektroliz jarayonida olingan **vodorod va kislorod** (20) (kolonnali) bashnyali uskunalarda elektrolit eritmalardan ajratilib, bosim ostida ishlovchi regulyatorlar (18) va (19) yuvish uchun tushiriladi, u erda gazlar sovutilib va ishqor tumanidan suvda yuvilib, undan keyin klapanli bosim regulyatori (17) orqali iste'molchilarga jo'natiladi.

Zarurat bo'lganda elektroliz gazlari qo'shimcha tozalashga jo'natilishi mumkin: (11) filtrlarda ishqor tumanidan tozalanib, keyin (12) kontakt apparatda nikel alyuminiy yoki nikel xrom katalizatorlari ustida vodorod kislorod aralashmasidan tozalanadi va (13) gopta kalit yoki palladiyli katalizatorlarda kislorod vodorodli aralashmadan ajratib tozalanadi.



1.2 - rasm. Suvni bosim ostida elektrolizining texnologik sxemasi.

(14) uskuna sovutkichlarda sovutilgan gazlar 15 qurilmaga quritish uchun kurutuvchi kolonnalarga jo'natiladi va undan keyin vodorod va kislorod (16) rezurvuarlar orqali iste'molchilarga jo'natiladi.

Ionitlar davriy ravishda regeneratsilyalanadi: kationit -5-10%li (5) bakdan xlorid kislota **HCl** eritmasi: anionit -5-10% li (8) bakdan ishqor eritmasi. Texnologik jarayoni ishga tushirish va to'xtalgandan so'ng elektroliz qurilmasi (22) azotli balondan azot bilan yuviladi.

1.3. Moddiy va issiqlik balansi. Yacheykalarining material va energetik balansi

a) Suv sarfi. Normal sharoitda 1 m³ vodorod va 0,5 m³ kislorodni elektrolitik usulda olish uchun nazariy jihatdan 805 g suv va 2390 A.soat elektr toki zarur. Amaliyotda katta miqdorda suv sarflanadi. Natijada elektroliz usulda olingan gazlar o'zi bilan suv bug'i olib ketadi. Agar elektrolizyordan ketayotgan gazlarini namligini 100% deb qabul qilsak va suv bug'i ideal gaz deb qaralsa, u holda olib ketilgan suv bug'ining gazlarning massasi **m_n**, gazlarning **v** hajmiga, to'yingan suv bug'iga va suv bug'i **ρ** zichligiga bog'liq.

$$m_n = V_p = (V_{n2} + V_{o2}) \rho$$

Cuv bug'i miqdori, hajmini tuyintiruvchi **V (1 mol H₂ va 0,5 mol kislorod hajmining yig'indisiga teng)**. Elektroliz temperaturasi **t**, gaz hajmi namligining bosimi **ρ** va suv bug'i bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_n = V_p = \frac{33,6(273+t)760}{273(P-p)} \cdot \frac{18 \cdot 273P}{22,4 \cdot 760(273+t)} = \frac{27p}{P-p}$$

yoki **1m³** vodorod uchun sarflangan suv hisobi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_e = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{1000}{22,4} = 1207 \frac{P}{P-p}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, gazlarning suv bug'ini olib ketish miqdori to'yingan suv bug'i bosimiga bog'liq ekan, temperatura ko'tarilishi bilan oshadi. Bir yillik ishlab chiqarish uchun ketadigan suvning miqdori esa quyidagiga teng bo'ladi.

$$m_{cys} = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{3000}{22,4} = 36161 \frac{P}{P-p}$$

Yiliga suv sarfini kompensatsilya qilish uchun elektrolizyorda suvning parchalanishi va bug'lanishini hisobga olib uzluksiz yoki davriy ravishda tozalangan tarkibida 1 mg/l temir va 6 mg/l

xloridli suv bilan to'ldirilib turiladi. Amaliy jihatdan suv sarfi $1 \text{ m}^3 \text{ 820} - \text{850 g/m}^3$ ni tashkil qiladi. Bir yillik haqiqiy suv sarfi miqdori esa quyidagini tashkil qiladi:

$$m_e = \frac{36161 \cdot 850}{1000} = 30737 \text{ kg}$$

v) **elektr energiya sarfi.** Elektrolizdagi elektr energiya sarfi sarflangan elektr toki miqdorining kuchlanishga ko'paytmasiga tengligi bilan aniqlanadi.

$$W = U \cdot F$$

Bu erda, U - kuchlanish, V , F - elektr miqdori, kl.

SHunday qilib, elektr energiyaning nazariy sarfi $W_{\text{naz.}}$, 1 m^3 vodorod va $0,5 \text{ m}^3$ kislorod olish uchun zarur bo'lgan miqdori (normal sharoitda) $1,23V$ kuchlanishda quyidagilarni tashkil qiladi:

$$W_T = 1,23 \frac{2 \cdot 26,8}{0,0224} = 1,23 \cdot 2390 = 2950 \text{ Bm} \cdot \text{coam}$$

Bu erda, $26,8$ – Faradey soni, A/soat. 2 – Faradeylar soni 1 mol H_2 ; $0,0224$ hajm $1 \text{ mol H}_2 \text{ m}^3$ ajratib olishga sarflangan. Yillik ishlab chiqarish uchun sarflangan elektr energiyasi miqdori quyidagini tashkil etadi:

$W_{T \text{ yil}} = 2950 \cdot 30000 = 88500000 \text{ Vt}$ yiliga kuchlanishning yo'qotilishi natijasida, hamda vodorodning tok bo'yicha unumi 100% dan kam bo'lsa, amalda elektro energiya $W_{\text{amal.}}$ sarfi yana ortadi va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$W_{\text{amal}} = 2390 \frac{U_{\text{amal}}}{Bm \cdot n}$$

Bu erda, U_{amal} – elektrolizdagi kuchlanish, V , Vt – tok bo'yicha unum, %, n - yacheykalar soni.

1 m^3 vodorod uchun elektr energiya sarfi $5,0 - 5,9 \text{ kv}t \cdot \text{soat/m}^3$ tashkil qiladi, bu esa energiya bo'yicha $50-60\%$ unumni tashkil qiladi.

d) **Elektroliz issiqlik rejimi.** Elektrolizga sarflangan energiya qisman suvning parchalanishiga sarflanadi, hamda qisman issiqlik energiyasiga o'tadi. Suv parchalanishiga sarflangan energiya elektroliz vaqtidagi vodorodning suyuq suv hosil bo'lishidagi yonish issiqligi Q - yonish son jihatdan teng. Agar elektrolizni U kuchlanish va J tok kuchida olib borilsa, u holda energetik balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$3,6 UJ = Q + Q \text{ hosil bo'lish.}$$

Bu erda, Q -elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, kDj .

1 mol vodorodning yonish issiqligi 286 kDj ni tashkil qiladi, u holda ko'rsatilgan miqdordagi gazni olish uchun $2 \cdot 26,8 A/soat$ elektr toki sarflanishi zarur. Xuddi shunday qaldroq gazning yonish issiqligi, 1 soat ichida J tok kuchida olingan gaz quyidagiga teng:

$$Q_{\text{hosil b.}} = \frac{286}{2 \cdot 26,8} \cdot J = 5,33 \cdot J \text{ kDj/coam}$$

U -kuchlanish va J -tok kuchida 1 soatda elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 3,6 U \cdot J - Q \text{ kayt ishl} = 3,6 UJ - 5,33 \cdot J .$$

$$Q = 3,6J (U - 1,48) \text{ kDch .soat.}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, hamma elektr energiya 1,48V kuchlanishdan yuqorisi, issiqlikka aylanishga sarflanadi. Amalda suvning elektrolitik parchalanishi 1,48 V ga nisbatan ancha yuqori kuchlanishda amalga oshiriladi shuning uchun elektrolizyorlar issiqlik ajralib chiqishi bilan ishlaydi.

e) **Material balans.** Suvning elektrokimyoviy parchalanish jarayoni asosida 1 g-ekv vodorod va kislorod olinishdagi moddiy balans quyidagi jadvalda berilgan.

Material balans	Q = J		Q=100A/soat		Q=2,68A/soat	
	J	0,98	J	0,98		
Suvning elektrolizi	0,336	0,3293	33,6	329,3	9,0	3,82
Vodorod ajralishi (g)						
Vodorod ajralishi (e)da	0,378	0,0366	37,03	36,6	1,0	0,98
Kislorod ajralishi (e)da	0,419	0,41	41,9	41,0	11,2	10,98
Kislorod Ajralishi (g) d	0,2987	0,2987	29,87	29,87	8,0	7,84
	0,2095	0,206	20,95	20,5	5,6	5,49

AMALIY MASHG'ULOT №2

Mavzu: Mineral tuzlarni elektrolitik ishlab chiqarish texnologik tizimlari

Metallurgiyada mis elektrolizi

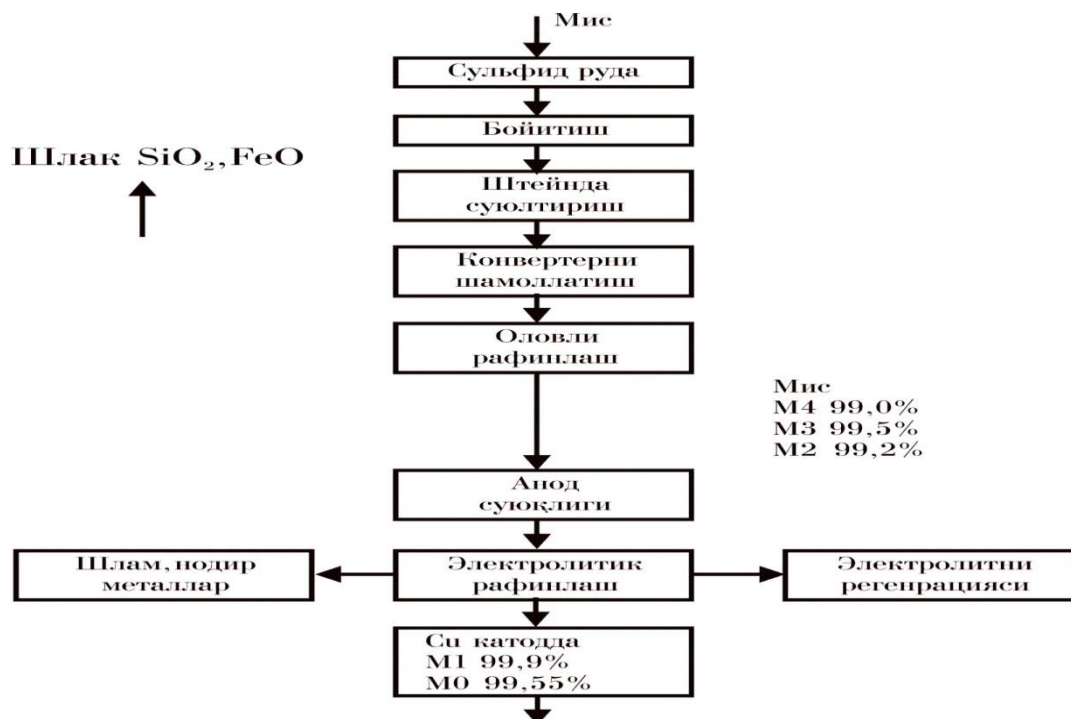
Gidroelektrometallurgiya sanoatida misni elektrolitik usul bilan olish hozirgi vaqtda yuqori o'ringda turadi. Mis yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lgani sababli metallga bo'lgan talab oshib bormoqda, 50% olingan metall elektrotexnika sanoatiga toza mis (99,9% Cu) va mis kukuni olish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

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

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

Mis ishlab chiqarish usullari

Olinadigan mis metalining 80% pirometallurgik usul bilan olinib 90% olingan mis rafinatsilya qilinadi.



20% mis rudasi **gidroelektrometallurgik** usulda olinib, tarkibida mis juda kam bo'lgan ruda va aralashmalardan olinadi.

Mis ishlab chiqarishda elektroliz asosiy usul hisoblanadi.

Pirometallurgik olingan konvertordagi **mis** bilan birga **oltin, kumush, selen, tellur, vismut** va aralashma sifatida temir, rux ajralib chiqadi. Bu misni sanoatda **MK – 98 – 99,6 Si** deb nomlanadi.

Xomaki olingan mis metali tozalash uchun olovli va elektrolitik rafinlanadi. Birinchi bosqichda suyuqlantirilgan mis havo yordamida qayta ishlanadi. Havodagi kislorod bilan mis tarkibidagi temir, rux, kobalt, nikel shlak hosil qilib ajralib chiqadi. SHlakdan qolgan mis tarkibidagi oksidlardan ho'l yog'och yoki gaz bilan qaytarilib **M2 – M4** markali (**99,7% Cu**) mis olinadi.

Bu mis keyin elektrolitik rafinatsilyalanadi.

Elektrolitik rafinlashdan keyin o'ta toza mis elektrotexnika sanoatida (**MO** va **M1** markali **Si**) yuqori sifatli qotishmalar olish uchun: shlam - nodir metallar olish uchun qayta ishlanadi.

Shu usul bilan **1 t** mis olinganda undan **100 kg** oltin, **2 kg** kumush ajratib olinadi.

Misning elektrokimyoviy xossalari va elektrodlardagi reaksiyala

Misni asosan bir va ikki valentli birikmalari mavjud.

Bir valentli mis tuzlari asosan suvda erimaydi, ikki valentli mis tuzlari suvda eriydi va barqaror moddalardir. Eritmada bir va ikki valentli ionlari muvozanatda bo'ladi:



muvozanat konstantasi harorat 25⁰S bo'lganda

$$K_{25C} = \frac{a_{\text{Cu}^2+}}{a_{\text{Cu}}^2} = X \cdot 10^{-6} \quad K_{55C} = X \cdot 10^{-4}$$

Muvozanat konstantasi shu qiymatga teng bo'lganda bir valentli mis ioni miqdori juda kam 25⁰S da 10⁻³ g-ion/l va 55⁰S da 5 · 10⁻³ g.ion/l ga teng. Elektrokimyoviy jihatdan mis juda kam kuchlanishli va juda past qarshilikka ega. Oddiy eritmalarda mis qiyin qutblanadi, shuning uchun maxsus qo'shimchalar qo'shilmasa katodda yirik kristalli cho'kmaga tushadi.

Misni elektrolitik rafinlash

Anoddagi elektroliz mahsulotlarining tarkibiy qismlari

Quyidagi jadvalda mis anoddagi (**Cu 99,0-99,7%**) elektroliz mahsulotlari ko'rsatilgan.

Mis anodning komponentlarining taksimlanishi.(anodda % tarkibi)

Elektroliz mahsulotlari	Cu	I guruh				
		Ag	Au	Sn	Pb	S+Se+Te
Katod materiali	88-89	2	1	1	2	2

Elektrolit	1-2	-	-	-	-	-
Shlam	0,1-0,2	99	99	99	98	98
Metallarning standart Potensial, V	+ 0,31 0,34	+0,799	+1,5	+0,01	-0,126	

Elektroliz mahsulotlari	II - guruh			III - guruh		
	As	Sb	Bi	Ni	Zn	Fe
Katod materiali	10	10	10	1,50	-	-
Elektrolit	55-75	10-70	20-30	75-100	100	100
Shlam	45-25	90-30	20-60	25-0	-	-
Metallarning standart potensiali, V	+ 0,24	+0,212	+0,226	-0,25	-0,76	-0,44

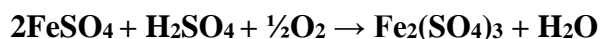
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, bulardan **II** guruh elementlari (**As, Sb, Bi**) elektrolizning hamma mahsulotlarida uchraydi. **As, Sb** va **Bi** ionlarning zaryadsizlanish tezligi katodda ozroq, ular katod materialiga boshqa yo'llar bilan tushadi.

Bu elementlar birikmalari gidrolizga moyil, natijada gelsimon cho'kindilar hosil bo'ladi: M: **Sb (OH)₃, Bi (OH)₃** lardir.

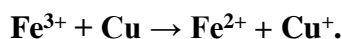
Cho'kindi yoki qattiq zarrachalar katod tomonga ko'chadi va katod qoldig'ini hosil qiladi. Bu aralashmalar: juda oz miqdorda sur'ma misning plastikligini pasaytiradi, **0,02% mishyak** misning elektr o'tkazuvchanligini **15%** kamaytirish uchun elektrolitni kislotaligini ozgina oshirish kerak. Rv va **Sn** umuman erimaydi, butunlay shlam **PbSO₄** va **H₂SnO₃** holida o'tadi.

Elektrolitdagi qo'shimchalar elektrolit tayyorlangan ruda tarkibiga bog'liq. (**Ni, Fe, Zn**). Bu metallarni chegaralangan miqdori (CHMiq) nikel va rux uchun – 20 g/l, **Fe** uchun - 5 g/l. Bu metallarning konsentratsiyasi elektrolitda ko'paysa kristall holda anodda cho'kadi, chunki anodda **Cu²⁺** konsentratsiyasi katta. Natijada anod tuzli plyonka bilan qoplanadi va erishi qiyinlashadi.

Temir ioni kislotali muhitda havo kislorodida oson oksidlanadi:



Hosil bo'lgan **Fe³⁺** mis metalini oksidlaydi.



~ nikel, rux, temir elektrolitdan chiqarib tashlanishi kerak.

~ oltingugurt, selen, tellur va kislorod anoddagi metalda sulfid, selenid, tellurid va oksid holida bo'lib, anod potensialida erimaydi va shlamga o'tib ketadi.

Nodir metallar – oltin va kumush - to'liq shlamga o'tadi: oltin anod potensialida umuman erimaydi, kumush anodda passivlanib Cl^- ionlari bilan erimaydigan AgCl cho'kmasini hosil qiladi.

MISNI ELEKTROEKSTRAKSIYA USULI BILAN OLISH

Gidroelektrometallurgiya usuli ho'llash, tozalash va elektroekstraksiya yoki sementatsilya usulida eritmadan misni ajratib olish boskichlaridan iborat.

Elektroekstraksiya jarayoni ko'rsatkichlari;

Eritma tarkibi, g/l.

Cu^{2+}	15 – 30 .
H_2SO_4yo.....	30 – 85.
Fe^{2+}	4 – 5 gacha.
Harorat, ° S	25 – 30.
katoddagi tok zichligi A/m^2 ..	50-150.
Mis olish vaqti kun	5 – 14.
Bir xil zaryadli elektrodlar soni (dona)...	1,8 – 2,5.
CHiqish tokka nisbatan %	65 – 90.
Elektr energiya sarfi kVt. s/m	2000 – 3000.

AMALIY MASHG'ULOT №3

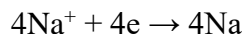
Mavzu: Suyultmalarda moddalarni elektrolitik olish texnologik tizimlari tizimlari

Natriyni birinchi bo'lib G.Devi 1807 yilda o'yuvchi natriyni elektroliz qilib olgan. Lekin o'sha davrda elektr tok manbaalarining yo'qligi sababli bu usul keng qo'llanilmagan va kimyoviy usulda ishlab chiqarilgan.

1890 yilda o'yuvchi natriyni elektrolizi qilib natriy ishlab chiqarish sanoatda qo'llanila boshlandi. Bu esa sanoatda 1925 yilga qadar elektroliz usulida natriyni olishning birdan bir usuli edi. 1930 yildan boshlab sanoatda natriyni natriy xlorid suyuqlanmasidan elektroliz qilish usuli ham ishlab chiqildi.

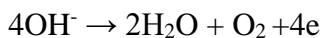
O'yuvchi natriy suyuqlanmasini elektroliz qilinganda katodda natriy ionlarining zaryadsizlanishi kuzatiladi.

Katodda boradigan jarayon:



Anodda esa OH^- ionlari zaryadsizlanib suv va kislorod hosil bo'ladi.

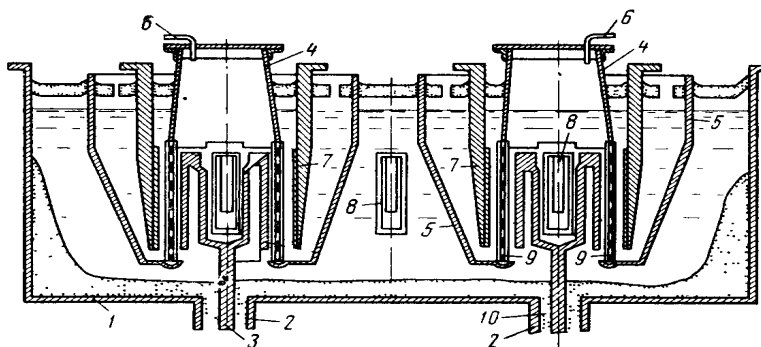
Anodda boradigan jarayon:



Umumiy reaksiya:



O'yuvchi natriydan natriyni olish uchun elektrolizyor



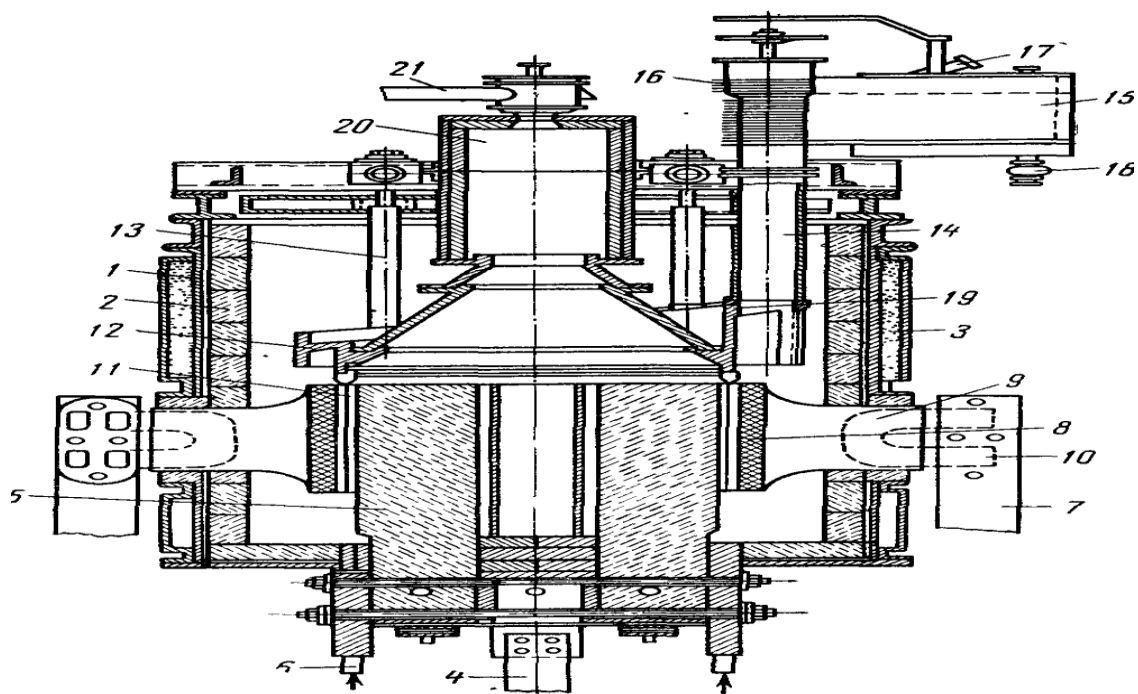
3.1-rasm. Natriyni olish uchun elektrolizyor.

1-vanna korpusi, 2- katod trubkasi, 3-katod shinasasi, 4-natriyni yig'uvchi, 5- anod karmani, 6- gazlarni yig'uvchi trubka, 7- anod, 8- katalitni sovutish uchun purkagich, 9- to'rtli diafragma, 10- katod izolyatori

Natriy xlorid suyuqlanmasidan natriyni olish

Qattiq katodli elektrolizyorda natriyni natriy xloridning o'zidan olib bo'lmaydi. Natriy xlorid 803°S da suyuqlanadi, natriy esa 877°S da, demak 800°S atrofida u oson bug'lanadi. Natriy xloridning suyuqlanish temperaturani pasaytirish uchun elektrolitga qo'shimchalarni qo'shish talab etiladi. Bu qo'shimchalar natriy xlorid bilan oson suyuqlanadigan aralashmalar hosil qiladi. Quyidagi uch xil qo'shimchalar bunday talabga javob beradi: 1) $\text{NaCl} - \text{NaF} - \text{KCl}$ (ftorli elektrolit); 2) $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$ (ikki xloridli elektrolit); 3) $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2 - \text{BaCl}_2$ (uch xloridli elektrolit).

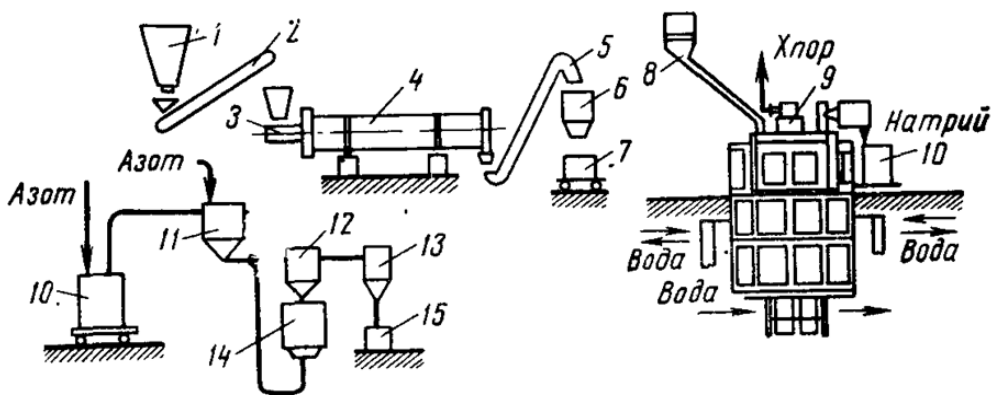
Natriy xloriddan natriyni olish uchun elektrolizyor



3.2 rasm. Natriyni olish uchun elektrolizyor.

1-kojux, 2- futerovka, 3-teploizolyasiya, 4-anod shinasasi, 5- anod, 6- anodni sovutish uchun trubka, 7- katod shinasasi, 8-katod, 9- katod shtangalari, 10- katodni sovutish uchun trubka, 11- to'rtli diafragma, 12- natriyni yig'uvchi, 13-styajki, 14-ustun, 15 – natriyni yig'uvchi, 16- sovutuvchi qovurg'a, 17- tozalash uchun jumrak, 18-natriyni chiqarib yuborish jumragi, 19- konuslar, 20- xlorini yig'uvchi kamera, 21-xlorini chiqarish uchun trubka.

Natriy xloriddan natriyni olish texnologik sxemasi



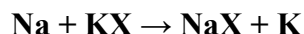
Kaliy ishlab chiqarish

Kaliy (K, Z=19) – oq kumushsimon metall, yumshoq pichoq bilan kesiladi. Zichligi 0,862 g/sm³, suyuqlanish harorati 63,6⁰C, qaynash harorati 760⁰C. Kaliyni reaksiya qobiliyati natriyga qaraganda kuchliroqdir. Xossalari jihatdan litiy va natriyga qaraganda, rubidiy va seziyga yaqinroqdir. Kaliy kimyoviy reaksiyalarda natriy bilan deyarli bir hil xossalarni namoyon qiladi. Biroq u natriyga qaraganda faolroq hisoblanib, ayrim hollarda shunday birikmalar hosil qiladiki, usha sharoitda natriy bunday xolatni xosil qila olmaydi. Masalan, natriy grafit bilan yuqori temperaturada ham reaksiyaga kirishmaydi, kaliy esa harorat 200⁰ da grafitni emiradi.

Tabiatda quyidagi birikmalar xolida uchraydi: KCl(silvin), NaCl·KCl (silvinit), KCl·MgCl₂·6H₂O (karnallit), KCl·MgSO₄·3H₂O (kainit).

Texnologik amaliyotda kaliy almashinish usuli va suyuq qo'rg'oshinli elektrolarlarda elektroliz usuli bilan olinadi.

Almashinish usulida kaliy olish natriy metali bilan qaytarish usuli bilan olinadi:



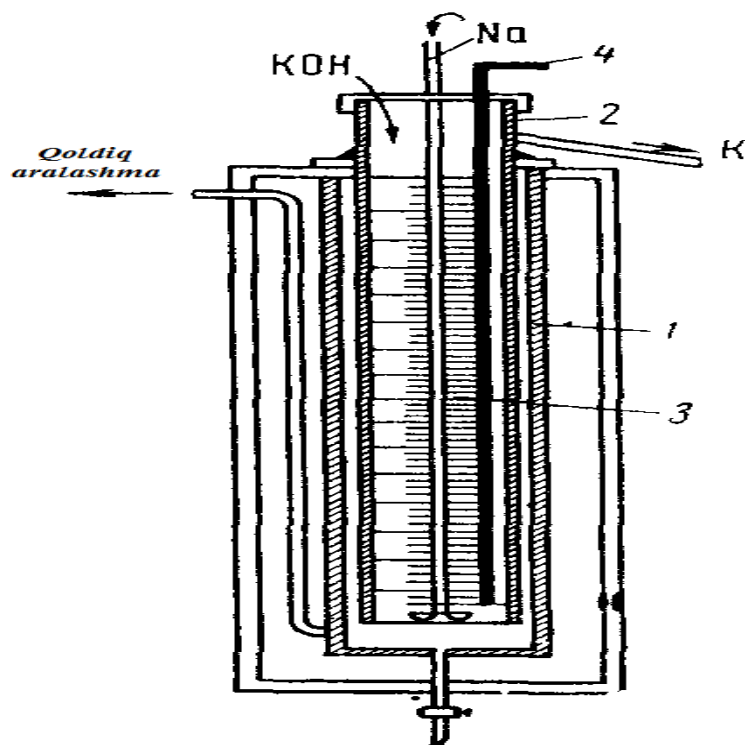
bu erda X-anion.

A) Almashinish usulida o'yuvchi kaliy va natriy metali orqali kaliy va uning qotishmasini olish.

Kaliyni o'yuvchi kaliyga natriy metali ta'sir ettirish orqali olinadi. Suvsiz KON suyuqlanmasi almashinish uskunasi dozator orqali quyiladi. So'ng natriy suyuqlanmasi ham dozator orqali uskunaga quyiladi. Natriy bilan KON suyuqlanmasining almashinish reaksiyasi oxirigacha bormaydi.

Faqat 40-45% KOH sarf bo'ladi. Almashinish uskunasi ziylari kesadigan nikel parrak diskli nikel trubadan iborat. Uskuna qopqog'idan aralastiruvchi val, KOH quyuvchi varonka va natriy suyuqlanmasi yuboriladigan truba o'rtilgan. Natriy truba orqali kalonnani pastki qismiga beriladi, hosil bo'lgan kaliy yoki K-Na trubaning yuqori qismidan yig'gichga oqib tushadi. Ishlatilib bo'lingan suyuqlanma (KOH va NaOH) uskunadan temir bakka yuboriladi va bu aralashma past sifatli kaustik soda sifatida ishlatiladi. Almashinish jarayoni 380-450 S xaroratda olib boriladi. Buning uchun apparatga pech o'rtiladi. Almashinish apparatida korroziya jarayoni boradi, shuning uchun disk va apparat devori orasidagi ochiq joy kattalashadi bu holat esa KOH bilan natriyni ta'sirlashishi susayadi. Natijada olinadigan kaliy tarkibida natriy miqdori ortadi.

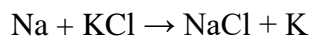
Kaliy olish uchun almashinish uskunasi



3.3- rasm. Kaliy olish uchun almashinish uskunasi.

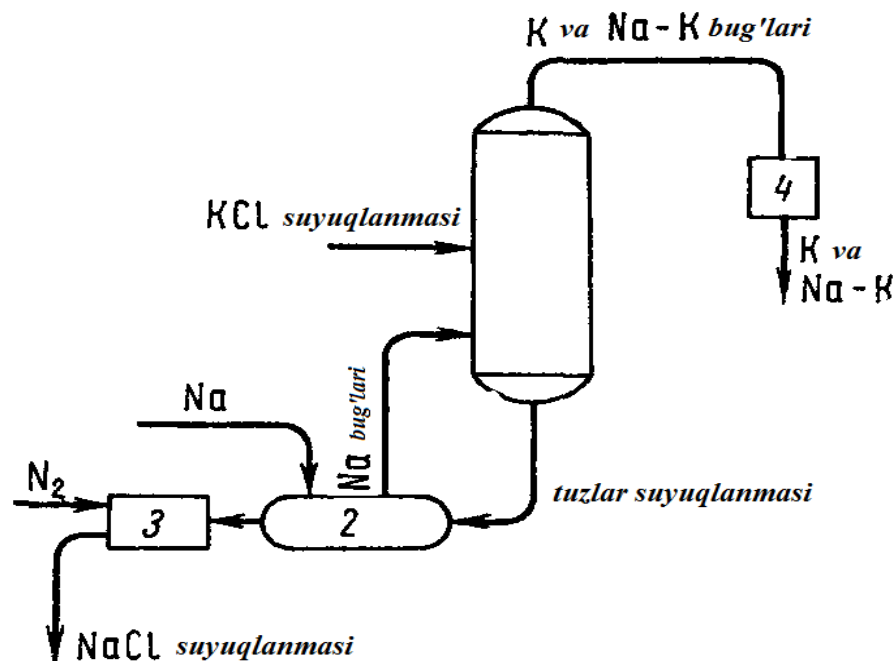
1-uskuna korpusi, 2-reaksiya truba, 3-disklar, 4-aralashtirgich

Kaliy xloriddan kaliyni olish ushbu reaksiyaga asoslangan:



Kaliyni bu usulda kaliy xloridni suyuqlanmasidan bug' xolatdagi natriy bilan qaytarib olinadi. Kaliy xloridni qaytarish jarayoni ligirlangan po'latdan yasalgan distillyatorda olib boriladi. Suyuqlantirilgan kaliy xlorid 840-850 S da kalonnani o'rta qismidan yuboriladi. Natriy maxsus bug'latuvchi apparatda azot atmosferasida bug'lantirilib kolonnaning pastki qismidan yuqoriga qarab yuboriladi. Bu moddalarning ta'sirlashishidan hosil bo'lgan NaCl kalonnaning pastki qismidan chiqarib bug'latuvchi apparatga yuboriladi. yuboriladi. Bug'latilgan natriy 760-883 S haroratda kaliy xlorid bilan ta'sirlashadi.

Kaliy xlorid va natriydan kaliyni olish



2 rasm. Kaliy xlorid va natriydan kaliyni olish texnologik sxemasi. 1- almashinish kolonkasi, 2-natriyni bug'latish qurilmasi, 3-tuz suyuqlanmasini yig'uvchi, 4-kondensator

Kaliyni elektrokimyoviy usulda olish

Kaliyni birinchi bo'lib, KOH suyuqlanmasini elektroliz qilish usuli bilan ingliz olimi 1807 yilda G. Devi kashf etgan.

Kaliyni elektrokimyoviy usulda olish ikki bosqichdan iborat: elektrokimyoviy usulda qotishma olish va termik ajratish.

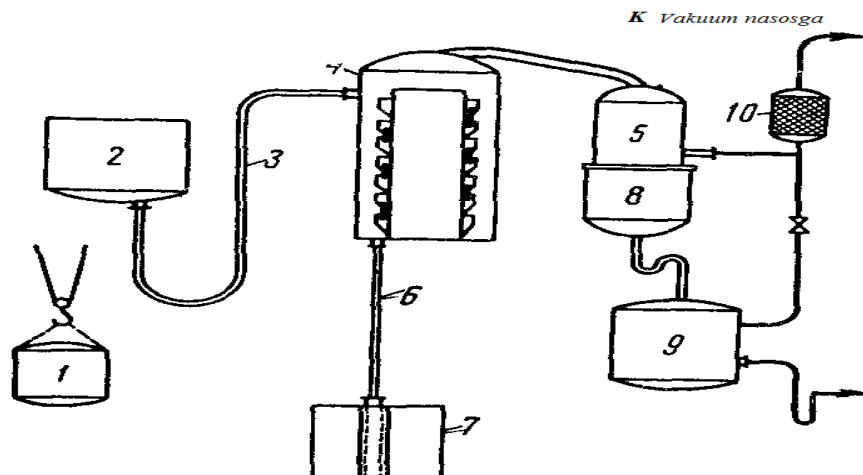
Jarayon suyuq katod sifatida og'ir metall, qo'rg'oshindan foydalanishga asoslangan, chunki qo'rg'oshin kaliy bilan oson qotishma hosil qiladi.

Metall xolidagi kaliyni qo'rg'oshin-kaliy qotishmasidan vakuumli haydash usuli bilan xlorid-karbonatli elektrolitda elektroliz qilib olinadi.

Elektrolit tarkibi: $KCl - K_2CO_3$

Elektroliz jarayoni 12000-18000a, 6,2-7,5 v kuchlanishda, 680-720⁰ C haroratda olib boriladi.

Pb-K qotishmasidan vakuumli distilyatorda kaliyni olish



3.4. rasm. Pb-K qotishmasidan vakuumli distilyatorida kaliy olishning texnologik sxemasi
 1- vakuum kovsh, 2- yig'uvchi sig'im, 3 va 6 –barometrli truba, 4- vakuumli distilyator,5- kondensator, 7- mikser, 8-oralik si-im,9-kaliyni saklovchi, 10-vakuum-lavushka

№4 GIDROMETALLURGIYADA QO'LLANILADIGAN ELEKTROLIZYORLARNING HISOBI
Mavzu: Noorganik moddalarni elektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologik tizimlari

Nazariy qism

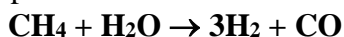
Suvni elektrolitik parchalab vodorod olish.

Vodorod - kimyo sanoatda - metallurgiya va aralash sohalarda qo'llaniladi. Katta qism vodorod – ammiak, metanol va karbamid ishlab chiqarishda ishlatiladi. Vodorodning olinishi ikki turga, ya'ni kimyoviy va elektrokimyoviy usullarga bo'linadi.

Kimyoviy usullariga:

a) Temir-bug' usuli, ya'ni temir kukuni bilan suv bug'i ta'sirida olinishi. Bu usul samarali bo'lmay, bugungi kunda o'z ahamiyatini yo'qotgan;

b) konversiya usuli. Yuqori temperaturada tabiiy koks yoki generator gazlaridan suv bug'i bilan o'zaro ta'siri, neft mahsulotlarni qayta ishlaganda gazlar hamda, metanni kreking vaqtida ajralib chiqadi. Bu jarayon 1100 °S temperaturada nikel katalizatori ishtirokida olib boriladi.



Undan tashqari vodorod - yana uglerodli (koks yoki ko'mir) va suv bug'idan olinishi mumkin. Kimyoviy usulda olingan vodorod tarkibida CO, CO₂, N₂, CH₄ – H₂S, O₂ va boshqa gazlar aralashmalar ham bo'ladi va qo'shimcha tozalashni talab etadi.

Elektrokimyoviy usulda, olinadigan mahsulotlarni
 texnik iqtisodiy baholash.

Elektrokimyoviy usulda juda katta miqdordagi kimyoviy moddalar ishqorlar, xlor, vodorod, kislorod, ko'pchilik metallar turli xil organik va noorganik moddalar ishlab chiqarishni keng

yo'lga qo'yilgan. Elektrokimyoviy usulda olinadigan mahsulotlarning yoki kimyoviy moddalarning kimyoviy usullariga nisbatan ustunligi quyidagilardan iborat:

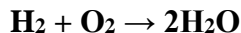
- 5) elektrokimyoviy usulda olingan mahsulotlar nisbatan tozalik darajasi yuqori;
- 6) elektrokimyoviy texnologiya asosida olinadigan mahsulotlar uchun qo'llaniladigan apparatlar va uskunarlar soni kam;
- 7) elektrokimyoviy usulda kimyoviy texnologik jarayonlarda olib borishi vaqtidagidek atrof muhitga ta'sir qiladigan kimyoviy zaharli chiqindilar chiqishi kam;
- 8) elektrokimyoviy usulning avtomatlashtirishi oson va kam xarajat talab qiladi. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning tozalik darajasi yuqori. Mahsulot tannarxi past.

Elektrokimyoviy usulning kamchiliklari.

Ayrim ishlab chiqarish texnologiyalarda juda katta miqdordagi elektr energiyasini talab qiladi. SHunga qaramasdan oxirgi yillarda masalan, alyuminiy, mis ishlab chiqarish metall va nometall materiallar va mahsulotlar ishlab chiqarish hamda ishlab chiqariladigan ko'pgina mahsulotlarning ustiga qoplama tortish elektrokimyoviy usulda amalga oshiriladi.

Elektroliz usulda vodorod olinishining nazariy asoslari.

Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi deb elektrod potentsiallar muvozanatining arifmetik farqi qabul qilingan. Suv parchalanishining nazariy kuchlanishi kislorod va vodorod elektrodning standart potentsiallar farqiga teng bo'lib buni standart potentsiallari sharoitida elementlardan H_2O hosil bo'lishi reaksiyaning izobarik-izotermik reaksiyasining o'zgarishi bo'yicha ifodalash mumkin.



Izobarik-izotermik potentsial o'zgarish $\Delta G_{298}^0 \approx 237190 \text{ Dj/mol}$ va standart sharoitda (**1 atm 25 °S**)da suvning ajralishi (parchalanish) kuchlanishi quyidagini tashkil qiladi:

$$U_p = \frac{\Delta G_{298}^0}{n \cdot F} = \frac{237 \cdot 190}{2 \cdot 96500} = 1,23 \text{ B}$$

Bu erda, **n** - reaksiyada qatnashadigan elektronlar soni, **F** – Faradey soni. Agar elektroliz sharoiti standart sharoitdan farq qilsa, u holda vodorod va kislorod muvozanat potentsiallari o'zgarishini hisobga olish zarur.

$$E_{\text{H}_2} = E_{\text{H}_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{\text{H}^+} \qquad E_{\text{O}_2} = E_{\text{O}_2^0} + \frac{2.3RT}{F} \lg C_{\text{H}^+}$$

$$E_{\text{H}_2} = -0,058 \text{ pH} \qquad E_{\text{O}_2} = 1,23 - 0,58 \text{ pH}$$

Agar vodorod va kislorod elektrod potentsiallari **pH** ga birday bog'liq bo'lsa, suvning parchalanishining nazariy kuchlanishi elektrolit **pH** ga bog'liq bo'ladi. Temperatura 25⁰S dan 80⁰S gacha oshganda u 1,23 V dan 1,18 V gacha kamayadi. Amaliyotda suv elektrolizi yuqori kuchlanishda olib boriladi (2,1-2,6 V). Nazariy mumkin bo'lgan va amaliy zarur bo'lgan kuchlanishlar orasida bunday farq elektrolizga ketgan elektr energiyadan tashqari, suvning parchalanishiga yana qo'shimcha qarshiliklarni engib o'tishga, elektrodarga, kontakt hamda konsentratsion qutblanishga va elektrodalarda gazlarning qayta kuchlanishiga ham bog'liqdir.

Elektrolizyorlar shinalaridagi amaliy kuchlanishlar pasayishi zanjirning hamma joylarida kuchlanish tushishidan yig'iladi.

$$U = U_P + \tau_a + \tau_K + \Delta U_E + \Delta U_D = \sum \Delta \cdot U_K$$

Bu erda, **U_P** standart sharoitda suv parchalanishining kuchlanishi, **τ_a** -anoddagi o'ta kuchlanishi, **τ_K** -katoddagi o'ta kuchlanish, **ΔU_E** -elektrolitdagi kuchlanishning yo'qotilishi, **ΔU_D** -

diaframadagi kuchlanishning yo'qotilishi, $\sum \Delta U_k$ -kontaktdagi birinchi tur o'tqazuvchilar kuchlanishning yo'qotilishi.

Quyida 10^6 - Pa (10 kg.s/sm^2) bosim va 80°C temperaturada va 1500 A/m^2 tok zichligida ishlaydigan bipolyar filtr press elektrolizorning taxminiy kuchlanishi balansi berilgan.

1-Jadval

Tashkil topgan	V	%
Parchalanish kuchlanish.	1,23	53
O'ta kuchlanish katodda.	0,24	10
O'ta kuchlanish anodda.	0,42	18
Elektrolizyor kuchlanish.		
Yo'qotishi (gaz to'ldirilishi hisobga olingan diaframadada).	0,30	13
	0,10	4
I – tur o'tkazgichda.	0,05	2
Jami:	2,34 V	100%

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, elektr energiyasining katta qismi yo'qolishi elektrolit qarshiligi va elektrodlardagi o'ta kuchlanishi engishga sarflangan. Oxirgi elektrod yasalgan materialga bog'liq filtrning ustki sirt yuzasi tok zichligiga, elektrolit temperaturasiga va boshqa faktorlarga bog'liqligi bilan ajralib turadi. Vodorod ajralib chiqishi uchun paydo bo'ladigan o'ta kuchlanish **Tafel tenglamasidan** topiladi.

$$\tau_k = a + b \lg i_k$$

Bu erda, a – tok zichligidagi o'ta kuchlanish, 1 A/sm^2 , v – tok zichligi 10 marta o'zgargandagi o'ta kuchlanish o'zgarishi, i_k – tok zichligi A/sm^2 .

Tajribadan topilgan a va v koeffisientlar qiymatini katoddagi o'ta kuchlanish qiymatidan kerakli aniqlikda hisoblash mumkin. Kislorod ajralib chiqishi uchun o'ta kuchlanishni oddiy formula bilan ifodalash qiyin, chunki kislorod ajralib chiqishning murakkabligi elektrodlar ustida oksid parda hosil bo'lishi bilan bog'langan. Temperaturada oshishi bilan kislorodning o'ta kuchlanishi taxminan har 1°S da $2\text{-}3 \text{ mV}$ kamayadi.

2-Mavzu. Bosim ostida suvning elektrolizi

Agar suv elektrolizi germetik yopiq elektrolizyordan gazlarni ajratmasdan olib berilsa, u holda elektrodlardagi gazlarning hajmi, suvning parchalanishdagi hajmiga teng bo'ladi. Buning uchun nazariy jihatdan bosimni 1860 kgs/sm^2 ga etkazish kerak. Bosim ostida olingan gazlarni iste'molchilarga qo'shimcha kompressorlarsiz ham etkazish mumkin. Suv elektrolizi bosim ostida o'tkazilishi amaliy tomondan foydali bo'lib, elektrolizyordagi kuchlanish bu vaqtda bir oz pasayadi.

Vodorod va kislorod elektrolizi muvozanat potentsiallarini bosimga bog'liqligini Nernet tenglamasi bo'yicha aniqlash mumkin.

$$E_{H_2} = E^0_{H_2} = E^0_{H_2} - \frac{2,3RT}{2F} \lg P_{H_2} \quad E_{O_2} = E^0_{O_2} + \frac{2,3RT}{4F} \lg P_{O_2}$$

Xuddi shunday 80°S da vodorod-kislorod zanjiridagi EYUKni quyidagi tenglik bo'yicha aniqlash mumkin:

$$E = E_{O_2} - E_{H_2} = 1,18 \frac{2,3RT}{2F} \lg P \pm P_{H_2}$$

SHunday $R_{O_2} = R_{H_2} = R$ bo'lganda

$$E = 1,18 + \frac{3}{4} \cdot \frac{2,3RT}{F} \lg P = 1,18 + 0,00015T \lg P$$

Bosim **10 kgs/sm²** oshganda EYUK taxminan **0,05 V** oshadi. Ammo suv elektrolizining bosim ostida olib borilishining salbiy tomonlari ham bor. Tajriba yo'li bilan aniqlanishiga ko'ra elektrolizyordagi bosimning oshirilishi elektrolitda gazlarning erishini ham oshiradi, tok bo'yicha unum kamayadi, shu vaqtda qo'shimcha jarayonlar: katodda kislorod qaytariladi, anodda vodorod oksidlanadi. Suv elektrolizini bosim ostida o'tkazish konstruktiv qiynchiliklar bilan ham bog'langan elektrolizyorlarni katta bosim ostida montaj qilish va ekspluatatsiyasi murakkablashadi. SHuning uchun elektroliz jarayonining (**30-40 kgs/sm²**) bosim ostida olib borish maqsadga muvofiqdir.

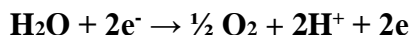
Elektrokimyoviy usulda olinadigan vodorod boshqa usullarda olingan vodorodga nisbatan toza bo'lib, olingan gaz tarkibida katalitik zaharlovchi moddalar bo'lmaydi. Kam miqdordagi vodorodning elektrolitik usulda olish maqsadga muvofiq, ya'ni foydalidir.

Ammo vodorod elektrolitik usulda olish ishlab chiqarishda juda katta elektr energiyasini sarflanishini talab qiladi. SHuning uchun katta miqdordagi vodorodni ishlab chiqarishda kimyoviy usulda ishlab chiqarish maqsadga muvofiq va faqat vodorodni qo'shimcha mahsulot sifatida ajratilishi mumkin. Yaxshi tozalangan suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi juda kichik **180°C** da u $2 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8} \text{ OM}^{-2}\text{sm}^{-1}$ ni tashkil qiladi. Shuning uchun elektroliz uchun kislotali eritma va tuzlarning suvli eritmaları ishlatiladi.

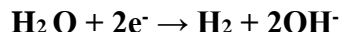
Ko'pchilik hollarda **KOH** va **NaOH** eritmaları qo'llaniladi, bundan asosiy maqsad elektrolitlar tayyorlashda konstruktiv materiallar sifatida qo'llaniladi. Elektroliz vaqtida katodda **H₂** anodda **O₂** ajralib chiqadi. Eritmaning muhitiga qarab jarayonlar mexanizmi turlichadir. Kuchli kislotali eritmada katodda vodorod ionlarga ajralib o'tadi.



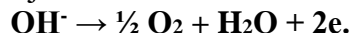
Anodda suv molekulasini parchalanadi.



Kuchli ishqoriy eritmalarda **H⁺** ionlar konsentratsiyasi kamligi tufayli katodda suv molekulasining qaytarilish reaksiyasi sodir bo'ladi.



va anodda **OH⁻** – gidroksil ionlari ajratiladi.



Agar **pH - 7** bo'lganda yuqoridagi ikki jarayonni ham amalga oshirish mumkin. Suv elektrolizi bir vaqtda elektrolit eritmalarida ham amalga oshirish mumkin. Erkin kislorod katodda qaytariladi. Anodda erigan vodorod oksidlanadi. Natijada har bir jarayonda suv hosil bo'ladi. Yuqori temperaturada vodorod va kislorod juda kam erishi tufayli bu reaksiyalar elektrolizyorning tok bo'yicha mahsulot unumligiga kam ta'sir qiladi. Zamonaviy elektrolizyorlarda tok bo'yicha mahsulot unumi 98% ga yaqinlashmoqda.

Elektrolizyorlar, konstruksiyalari va ishlash prinsipi.

Vodorod va kislorod elektrokimyoviy yo'l bilan olish uchun sanoatda har xil turdagi elektrolizyorlar bir-biridan farq qiladigan elektrod qurilmalar va gazlarni qaytarish va parchalash qurilmalar qo'llaniladi.

Amalda suv elektrolizi uchun uskunalari, qurilishi, elektrodlar joylashishi va ularni tok manbaiga ulash bilan farqlanadi.

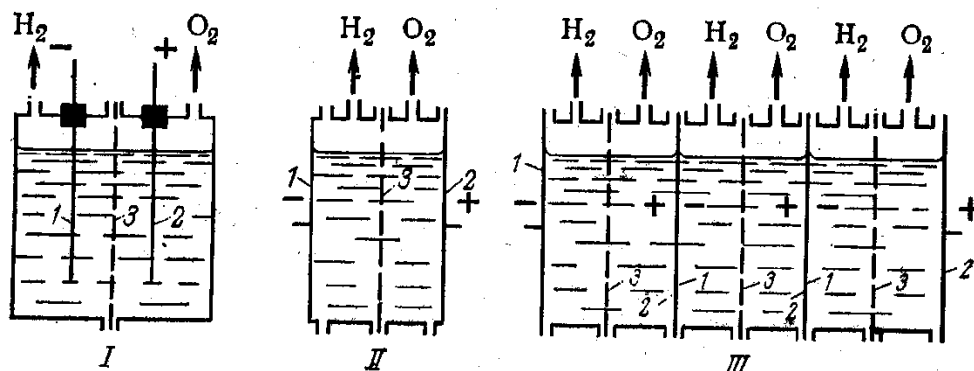
SHuning uchun elektrolizyorlar ikki guruhga bo'linadi.

3. Elektrodning monopolyar ulanish – monopolyarli elektroliz;

4. Elektrodning bipolyarli ulanishi - bipolyarli elektroliz.

Monopolyarli elektrodlar parallel joylashgan, po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib, elektrodning bir qismi musbat. SHina bilan bog'langan boshqa qismi manfiy, bu vaqtda har biri ayrim olingan elektrodlar faqat katod yoki faqat anoddir, ya'ni aniq qutblilikka ega. Monopolyarli elektrolizyordalarda tok kuchi anod va katodning hamma ishchi yuzasida o'lchanadi.

Bipolyarli elektrolizyorlar ham parallel joylashgan po'lat elektrodlardan tashkil topgan bo'lib farqi shundaki, monopolyar elektrodan tok berilishi faqat chekka elektrodan beriladi. Bipolyar elektrolizyorda esa tok zichligi bitta elektrod ishchi yuzasidan aniqlanadi, lekin kuchlanish alohida olingan yacheykalar kuchlanishiga yig'iladi, ya'ni bitta olingan yacheyka kuchlanishiga teng va yacheykalar soniga ko'paytiriladi.



I – rasm. Monopolyar va biopolyar elektrolizyor qurilmalarning sxemasi

I. Monopolyar elektrolizyorlar

II. Monopolyar elektrolizyor elektrod sifatida devorlari xizmat qiladi.

III. Bipolyar elektrolizyor:

I- katod; 2 – anod; 3 – diafragma.

Elektrolizyorga elektrodni joylashtirish bo'yicha yashikli va filtrpressliga bo'lish mumkin. Monopolyar elektrolizyor yashikli bo'ladi, elektrolizyorlar korpusi to'ri burchakli yashiksimon bo'lib, uning ichida elektrodlar bir-biriga parallel joylashtiriladi.

Sanoatda pressfiltrli tipdagi bipolyar elektrolizyorlar keng tarqalgan. Ular to'ri burchakli yoki yumaloq bipolyar elektrolizyordardan tashkil topgan bo'lib bitta agregatga ramalarga prokladka orqali izolyasiyalangan pressfiltrlar tarzida bipolyar elektrolizyordalarga joylashtirilgan, bu ishlab chiqarish maydonini kamaytiradi va kontaktlardagi kuchlanishi yo'qolishini kamaytiradi.

Elektrolizyor elementining ikkita elektrod va diafragmaning ramaga birlashtirishiga tashkil topgan qismiga yacheyka deb ataladi. **Diafragma** yacheykaning ikki qismini ikki qismga bo'ladi - katod va anodga. Gazlarni bo'lish usuliga qarab elektrodlar qo'ng'iroqli va diafragmali bo'ladi.

Qo'ng'iroqli elektrolizyorlar rentabilligi bo'lmaganligi uchun sanoatda qo'llanilmaydi. Suvni elektroliz uchun elektrodning ustki ishchi yuzasi yaxshi tayyorlangan bo'lib, ular elektrodlararo bo'shliqda gazlar ajralib chiqishini effektiv ta'minlashi shart.

Eng oddiy **tekis elektrod**. Tekis yaltiroq elektrod kichikligi katta miqdorda elektr energiyasi talab qiladi va elektrolitda gaz to'ldirilishi darajasi yuqori bo'ladi. Ikkita elektrodning qo'llanilishi elektrolitning gaz bilan to'ldirilishini kamaytiradi va elektrolit ichki aylanishini yaxshilaydi. Ikki plastinka orasida joylashgan elektrolit gaz bilan to'ldirilishi natijasida elektrodlar orasida bo'shliqda ishlaydigan ishchi elektrolitga nisbatan katta zichlikka ega bo'ladi.

Yana to'rtli va plastinkali **elektrodlar** ham ma'lum, lekin ular sanoatda qo'llanilmaydi. I – rasmda temir elektrod ko'rsatilgan bo'lib, elektrolizyorlar uchun diafragmasiz qo'llanilgan. Lekin

diafragmasiz elektrolizyordagi toza gaz olishni temirli elektrodlarida amalga oshirish mumkin emas, bunga sabab ishqoriy eritmalarda vodorodning kichik pufakchali gazlari hosil bo'lishidir.

Filtressli elektrolizyordagi bipolyar elektrodlar yuqori g'ovakli elektrodlar ko'proq qo'llanilgan.

Gazlarni bo'lish.

Elektrolizyordagi gazlarni bo'linishi. Elektrolizyordagi toza gaz mahsulotlarni olish nuqtai nazaridan ham texnika xavfsizligi nuqtai - nazaridan ham juda muhimdir, chunki vodorod bilan kislorod portlovchi aralashma hosil qiladi. Elektrolizyordagi gazlarni ajratishiga shunday erishishi mumkin, masalan maxsus qo'ng'iroqli elektrodlar tushirishdir, ammo ularni ajratishning foydali tomoni – g'ovakli ajratgich diafragmani qo'llashdir, chunki ionlar uchun engil uchuvchan va gazlar pufakchalarini o'tkazmaslik uchun sanoatda elektrolizyordagi ikki va bir g'ovakli diafragmalari keng tarqalgan.

Ular katod va anod bo'shlig'ni kerakli holda ajratib turadi va jarayonning xavfsizligini ta'minlaydi, ikkilamchi diafragmani qo'llash elektrolizyordagi kuchlanishni oshiradi, lekin ajratib olingan gazlarni tozalash osonlashadi.

Zamonaviy monopolyar va bipolyar elektrolizyordagi ko'pchilik hollarda birlamchi diafragmalar qo'llanilmoqda.

Suv elektrolizi uchun diafragmaga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilar, masalan elektr o'tkazuvchanlik, kerakli zichlikka ega bo'lish, mexanik qattiqlik va kimyoviy barqarorlikdir. Suv elektrolizida mahsulotlar sifatini oshirish uchun asbestdan to'qilgan mato hamda, metalli, fosforli va keramik diafragmalar qo'llaniladi. Eng ko'p tarqalgani g'ovakli diafragma, asbest materialdan tayyorlash uchun ishqorga chidamli tolasi uzun oq akrizitol asbesti qo'llaniladi. Bosim ostidagi elektroliz uchun diafragma mayda g'ovakli bo'lishi shart, chunki elektrolitning erigan gazlar bilan diffuziyasini to'xtatish uchun asbestli diafragmalarni ishlatish ko'p yillarga, ya'ni bir necha 10 yillar ishlaydi. Hamma diafragmalarni metall ramalarga birlashtirish ularning mustahkamligini oshiradi va ular bilan ishlash qulay bo'ladi.

Elektrolizyordagi normal ishlashini ta'minlash uchun diafragmaning ikki tomonida ham bosim bir xil bo'lishi zarur. Bu maqsad uchun ikki sistemali regulirovka qo'llaniladi.

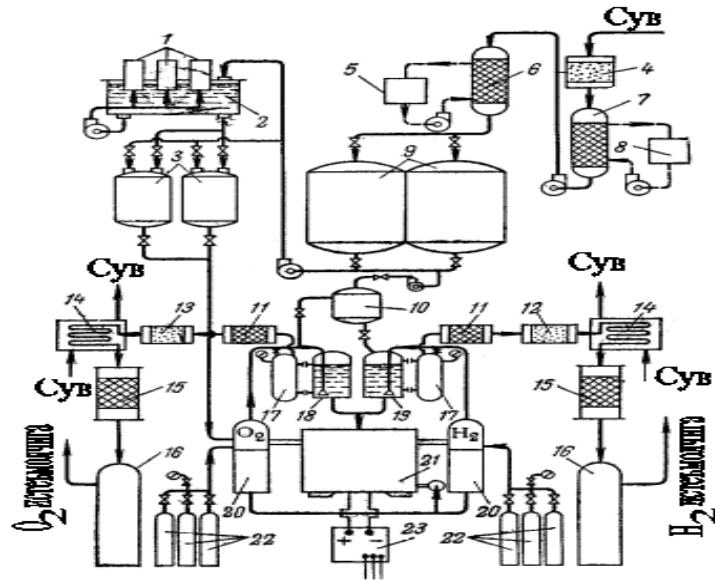
Elektrolizning texnologik sxemasi

Suvning elektrolizi uchun kondensat distillangan yoki ion almashinish usuli bilan tozalangan suvdan foydalaniladi. o'llaniladigan suvning elektr o'tkazuvchanligi $10^{-5} \text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan oshmasligi kerak.

Baraban (1) dan qattiq ishqorni (2) - uskuna erituvchi bakda (idishda) eritib, **32-35%** li **KOH** eritmasi tayyorlanadi. Keyin olingan eritma (3) - sig'imli uskunada korreksiyalanadi va elektrolizyordagi (21 da) elektroliz jarayoni boradi. Suv, mexanik (4) va ionalmashinish filtrlari (6) va (7) da tozalanib (9) sig'imli idishga oqib tushadi, u erdan nasoslar yordamida ta'minlovchi bakka (10) uzatiladi va undan keyin gazlarni yuvuvchi (19) qurilmalar orqali elektrolizyordagi (21) asosiy **reaktorga** beriladi.

Elektroliz jarayonida olingan **vodorod va kislorod** (20) (kolonnali) bashnyali uskunalarda elektrolit eritmalaridan ajratilib, bosim ostida ishlovchi regulyatorlar (18) va (19) yuvish uchun tushiriladi, u erda gazlar sovutilib va ishqor tumanidan suvda yuvilib, undan keyin klapanli bosim regulyatori (17) orqali iste'molchilarga jo'natiladi.

Zarurat bo'lganda elektroliz gazlari qo'shimcha tozalashga jo'natilishi mumkin: (11) filtrlarda ishqor tumanidan tozalanib, keyin (12) kontakt apparatda nikel alyuminiy yoki nikel xrom katalizatorlari ustida vodorod kislorod aralashmasidan tozalanadi va (13) gopta kalit yoki palladiyli katalizatorida kislorod vodorodli aralashmadan ajratib tozalanadi.



2 - rasm. Suvni bosim ostida elektrolizining texnologik sxemasi.

(14) uskuna sovutkichlarda sovutilgan gazlar 15 qurilmaga quritish uchun kurutuvchi kolonnalarga jo'natiladi va undan keyin vodorod va kislorod (16) rezurvuvarlar orqali iste'molchilarga jo'natiladi.

Ionitlar davriy ravishda regeneratsilyalanadi: kationit -5-10%li (5) bakdan xlorid kislotasi HCl eritmasi; anionit -5-10% li (8) bakdan ishqor eritmasi. Texnologik jarayoni ishga tushirish va to'xtalgandan so'ng elektroliz qurilmasi (22) azotli balondan azot bilan yuviladi.

Moddiy va issiqlik balansi.

Yacheykalarining material va energetik balansi.

a) Suv sarfi. Normal sharoitda 1 m^3 vodorod va $0,5 \text{ m}^3$ kislorodni elektrolitik usulda olish uchun nazariy jihatdan 805 g suv va 2390 A.soat elektr toki zarur. Amaliyotda katta miqdorda suv sarflanadi. Natijada elektroliz usulda olingan gazlar o'zi bilan suv bug'i olib ketadi. Agar elektrolizyordan ketayotgan gazlarini namligini 100% deb qabul qilsak va suv bug'i ideal gaz deb qaralsa, u holda olib ketilgan suv bug'ining gazlarning massasi m_n , gazlarning v hajmiga, to'yingan suv bug'iga va suv bug'i ρ zichligiga bog'liq.

$$m_n = V_p = (V_{n_2} + V_{o_2}) \rho$$

Cuv bug'i miqdori, hajmini tuyintiruvchi V (1 mol H_2 va $0,5 \text{ mol}$ kislorod hajmining yig'indisiga teng). Elektroliz temperaturasi t , gaz hajmi namligining bosimi ρ va suv bug'i bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_n = V_p = \frac{33,6(273+t)760}{273(P-p)} \cdot \frac{18 \cdot 273P}{22,4 \cdot 760(273+t)} = \frac{27p}{P-p}$$

yoki 1 m^3 vodorod uchun sarflangan suv hisobi quyidagini tashkil qiladi:

$$m_e = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{1000}{22,4} = 1207 \frac{P}{P-p}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, gazlarning suv bug'ini olib ketish miqdori to'yingan suv bug'i bosimiga bog'liq ekan, temperatura ko'tarilishi bilan oshadi. Bir yillik ishlab chiqarish uchun ketadigan suvning miqdori esa quyidagiga teng bo'ladi.

$$m_{\text{cy6}} = 27 \frac{P}{P-p} \cdot \frac{3000}{22,4} = 36161 \frac{P}{P-p}$$

Yiliga suv sarfini kompensatsiya qilish uchun elektrolizyorda suvning parchalanishi va bug'lanishini hisobga olib uzluksiz yoki davriy ravishda tozalangan tarkibida 1 mg/l temir va 6 mg/l xloridli suv bilan to'ldirilib turiladi. Amaliy jihatdan suv sarfi **1 m³ 820 – 850 g/m³** ni tashkil qiladi. Bir yillik haqiqiy suv sarfi miqdori esa quyidagini tashkil qiladi:

$$m_6 = \frac{36161 \cdot 850}{1000} = 30737 \text{ кг}$$

v) elektr energiya sarfi. Elektrolizdagi elektr energiya sarfi sarflangan elektr toki miqdorining kuchlanishga ko'paytmasiga tengligi bilan aniqlanadi.

$$W = U \cdot F$$

Bu erda, **U** - kuchlanish, **V**, **F** - elektr miqdori, kl.

SHunday qilib, elektr energiyaning nazariy sarfi **W_{naz.}**, **1m³** vodorod va **0,5 m³** kislorod olish uchun zarur bo'lgan miqdori (normal sharoitda) **1,23V** kuchlanishda quyidagilarni tashkil qiladi:

$$W_T = 1,23 \frac{2 \cdot 26,8}{0,0224} = 1,23 \cdot 2390 = 2950 \text{ Bm} \cdot \text{coam}$$

Bu erda, **26,8** – Faradey soni, A/soat. **2** – Faradeylar soni **1 mol H₂** ; **0,0224** hajm **1 mol H₂ m³** ajratib olishga sarflangan. Yillik ishlab chiqarish uchun sarflangan elektr energiyasi miqdori quyidagini tashkil etadi:

W_{T yil} = 2950·30000 = 88500000Vt yiliga kuchlanishning yo'qotilishi natijasida, hamda vodorodning tok bo'yicha unumi 100% dan kam bo'lsa, amalda elektro energiya **W_{amal.}** sarfi yana ortadi va uni quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$W_{\text{amal}} = 2390 \frac{U_{\text{amal}}}{Bm \cdot n}$$

Bu erda, **U_{amal}** –elektrolizyordagi kuchlanish, **V**, **Vt** –tok bo'yicha unum, %, **n** - yacheykalar soni.

1 m³ vodorod uchun elektr energiya sarfi **5,0 -5,9 kvт.соат/m³** tashkil qiladi, bu esa energiya bo'yicha **50-60%** unumni tashkil qiladi.

d) Elektroliz issiqlik rejimi. Elektrolizga sarflangan energiya qisman suvning parchalanishiga sarflanadi, hamda qisman issiqlik energiyasiga o'tadi. Suv parchalanishiga sarflangan energiya elektroliz vaqtidagi vodorodning suyuq suv hosil bo'lishidagi yonish issiqligi **Q** - yonish son jihatdan teng. Agar elektrolizni **U** kuchlanish va **J** tok kuchida olib borilsa, u holda energetik balans tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$3,6 \text{ UJ} = Q + Q \text{ hosil bo'lish.}$$

Bu erda, **Q** -elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, **kJ**.

1 mol vodorodning yonish issiqligi **286 kJ** ni tashkil qiladi, u holda ko'rsatilgan miqdordagi gazni olish uchun **2 · 26,8 A/soat** elektr toki sarflanishi zarur. Xuddi shunday qaldroq gazning yonish issiqligi, 1 soat ichida **J** tok kuchida olingan gaz quyidagiga teng:

$$Q_{\text{хосил б.}} = \frac{286}{2 \cdot 26,8} \cdot J = 5,33 \cdot J \text{ кДж / соат}$$

U -kuchlanish va **J** -tok kuchida 1 soatda elektroliz jarayonida ajralib chiqqan issiqlik quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = 3,6 U \cdot J - Q \text{ kayt ishl} = 3,6 UJ - 5,33 \cdot J .$$

$$Q = 3,6J (U - 1,48) \text{ kDch .soat.}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, hamma elektr energiya 1,48V kuchlanishdan yuqorisi, issiqlikka aylanishga sarflanadi. Amalda suvning elektrolitik parchalanishi 1,48 V ga nisbatan ancha yuqori kuchlanishda amalga oshiriladi shuning uchun elektrolizyorlar issiqlik ajralib chiqishi bilan ishlaydi.

e) **Material balans.** Suvning elektrokimyoviy parchalanish jarayoni asosida 1 g-ekv vodorod va kislorod olinishdagi moddiy balans quyidagi jadvalda berilgan.

Material balans	Q = J		Q=100A/soat		Q=2,68A/soat	
	J	0,98	J	0,98		
Suvning elektrolizi	0,336	0,3293	33,6	329,3	9,0	3,82
Vodorod ajralishi (g)	0,378	0,0366	37,03	36,6	1,0	0,98
Vodorod ajralishi (e)da	0,419	0,41	41,9	41,0	11,2	10,98
Kislorod ajralishi (e)da	0,2987	0,2987	29,87	29,87	8,0	7,84
Kislorod Ajralishi (g) d	0,2095	0,206	20,95	20,5	5,6	5,49

Elektrolizyor material balansini quyidagi jadvalda berilgan.

Berilishi		Sarflanishi	
Tarkibi	kg/soat	Tarkibi	kg/soat
Vodorod	-	Vodorod	$41,0 \cdot 0,09 = 3,69$
Kislorod	-	Kislorod	$30,5 \cdot 1,43 = 29,31$
Elektrolit	1800	Elektrolit	1800
Suv(suv bug'i)	36,075	Suv(suv bug'i)	$0,05 \cdot 61,6 = 3,075$
Jami:	36,239	Jami:	36,239

Vodorodni yuvuvchi qurilmaga material balans quyidagi jadvalda berilgan.

Berilishi		Sarflanishi	
Tarkibi	kg/soat	Tarkibi	kg/soat

Vodorod Suv gaz bilan (suv bug'i) Ajratuvchi kolonkadagi suv (distilyat)	- - 36,239	Vodorod Suv gaz bilan (suv bug'i) Ajratuvchi kolonkadagi suv (distilyat)	3,6 41,10·0,004=0,164 36,075
Jami:	36,239	Jami:	36,239

j) yillik asosiy xom ashyo, materiallar va resurslar sarflanishining normasi.

Xom ashyo, materiallar energoresurslar nomlari	O'lchov birligi	Loyiha bo'yicha
Xom ashyo va materiallar		
1) KOH ishqor	kg	1827,6
2) Xrompik	kg	9,621
3) Azot	m ³	200
Energoresurslar.		
1) texnologiya bo'yicha bug'	R kal	202,8
2) qizdiruvchi va vendilyasiya uchun issiq suv	g /kal	1600
3) elektroenergiya	ming kvt/soat	1600
4) ichimlik suvi.	m ³	998

Texnologik rejim normasi. Texnologik rejim normasi quyidagi jadvalda berilgan.

Bosqichlar va reagentlar oqimi nomlari.	Texnologik ko'rsatish nomlari			
	Unumdor ligi	Temperatura °S	Bosim kg s/sm ²	Har xil Ko'rsatishlar

1. Distilyatni ishlash.	90 l/soat	25 - 35	Gidrostatik	Sovuk suv sarfi -680 l/g
2. Distilyat qabul qiluvchi	2 m ³	20 - 30	1,2 – 2,0	
3. Elektrolit sirkulyasiyasi	0,5m ³ /soat	60 - 80	6 gacha	
4. Suv elektrolizi	40 nm ³ /s.	60 – 80	6 gacha	Tok kuchi 1000A kuchlanish
5. Rezervuarda vodorodning yig'ilishi.	Vodorod 20nm ³ /s. kislород 160 nm ³ /s.	10 – 30	6 gacha	215V vodorodning tozaligi 99,5%
6. Azot bilan haydash.	6 m ³ /soat	20 – 30	6 gacha	O-ning tozaligi 99,15%
			6 gacha	Haydash vaqti 15 minut

Avtomatika va avtomatlashtirish.
Texnologik jarayonlarni boshqarish va ishlab chiqarishni nazorat qilish

Jarayonning bosqich nomlari va o'lchash joyi	Nazorat parametri	Nazoratni talabi va chastotasi	Texnologik ko'rsatkich va normalari	Qurilma tekshirish metodi va nazorat	Kim nazorat qiladi.
I Ishqorli bo'lim					
1 Nasos bilan haydash va qabul qilish.	-	davriy kgs	50% kam emas. 1,5-2,5 kgs	Suyuqlikni ko'rsatuvi.	Apparatchik
2. Bakdagi distilyat	-	-	50% kam emas	Monometr OBM-160	Apparatchik
3. Bakdagi elektrolit.	zichlik	-	1,28-1,3 g/sm ³	Ko'rsatgich Areometr	- laborant
II . Elektrolitik bo'lim.					
1. Elektrolit sirkulyasiyasi.	Temperatura	Uzluksiz	45-60 ⁰ S kirishda 60-80 ⁰ S chiqishda	Platina qarshilikli Termometr TOP-5071	Master apparatchik.
2. Vodorod va kislород reduk.	Bosim	Har soatda	6 kgs/sm ² gacha	Monometr OBM-160	Apparatchik
3.Vodorod kollektori.	-	Uzluksiz	-	Monometr MS-P . 3.	Master ap
4. Nazorat shiti.	Bosimni oshishini	-	-	Membranali signalizator SM – 1	paratchik -
5. Vodorod va	Vodorod va kislород	-	300 mm sut.st.	Pinematik sifonli	-

kislorodni yuvuvchi regulyator.	rod orasi – da bosim tushushini 5 punkt bo'yicha	-	yuqori bo'lmasligi.	difmanometr DS-P 345	
6. Nazorat shiti.			-	Signalizator Membranali Sm-1	-
7. Bakdagi distilyat	satx vodorod tozaligi	uzluksiz	1/3 balandli gidan kam emas.	Difmonometr DP-787 r	-
8. Vodorodni yuvuvchi regulyatordan keyingi vodorod truboprovodi.	kislorod tozaligi	-	99,8% dan kam emas	Gaz tozalovchi qurilma GOU. Termokimyo viy gazanalqator komplekt	-
9. Kislorod yuvilgandan keyin kislorodli truboprovod.	vodorod va kislorod tozaligi	-	99,15% kam emas.	Gaz tozalash qurilmasi GOI.Tx5-5m-AUI	-
10. Vodorod va kislorodni o'tkazuvchi trubalar.	vodorod va kislorod ifloslanishi	davriy smena da 1 marta	99,5% hajm 99,1% hajmdan kam emas.	Laboratoriya pribori GXP-3M-PAK	laborant apparatchik
11. Nazorat shiti №		-	99,0 % 98,5 %	Membranali signaliqator MS – 1	master

AMALIY MASHG'ULOT

№5. GIDROMETALLURGIYADA ELEMENTLARNI ELEKTROLITIK USULDA AJRATIB OLISH TEXNOLOGIK TIZIMLARI

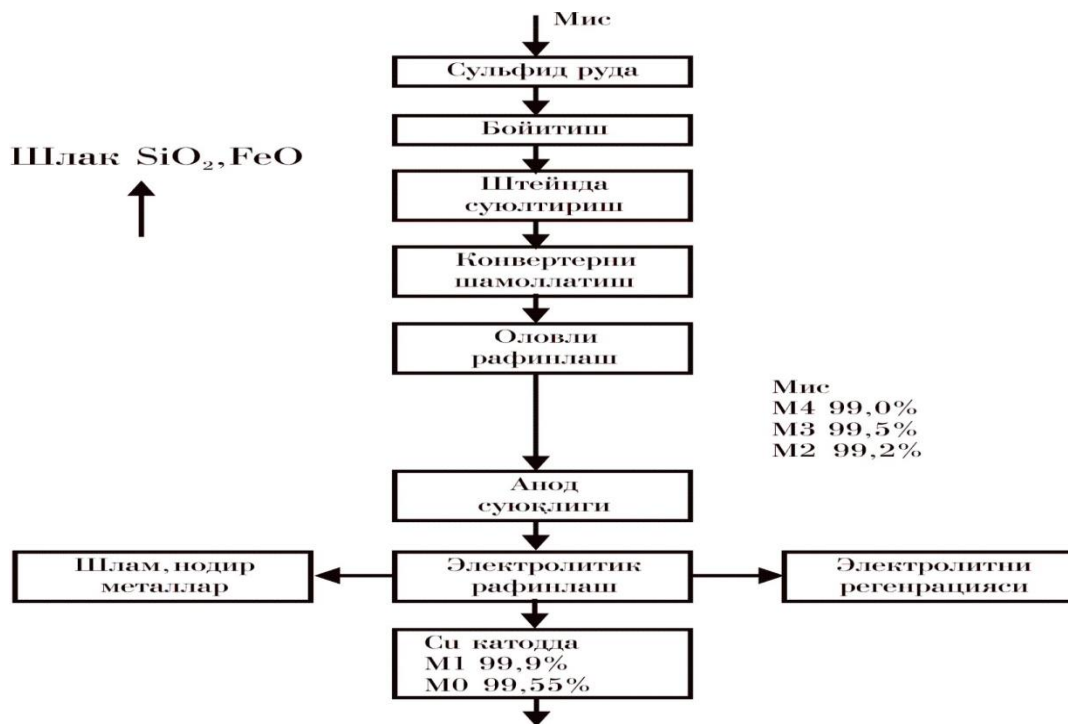
1-Mavzu: Mineral tuzlarni elektrolitik ishlab chiqarish texnologik tizimlari Metallurgiyada mis elektrolizi

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% Cu) va mis kukuni olish uchun sarf bo'ladi. 30-40% qotishmalar: latun, bronza, melxior, neyzilbera, konstanta, manganin olish uchun ketadi. Qolgan qismi galvanotexnika, yarim o'tkazuvchilar, qishloq xo'jaligida mikroo'g'itlar sifatida ishlatildi.

Tabiatda Cu kam tarqalgan, asosan 80% sulfidlar, 15%-oksidlar, 5% -sof holda uchraydi. Sanoatda olinadigan mis metali rudalar tarkibida 0,3-3% gacha bo'ladi.

Mis ishlab chiqarish usullari.

Olinadigan mis metalining 80% pirometallurgik usul bilan olinib 90% olingan mis rafinatsilya qilinadi.



20%

mis rudasi **gidroelektrometallurgik** usulda olinib, tarkibida mis juda kam bo'lgan ruda va aralashmalardan olinadi.

Mis ishlab chiqarishda elektroliz asosiy usul hisoblanadi.

Pirometallurgik olingan konvertordagi mis bilan birga **oltin, kumush, selen, tellur, vismut** va aralashma sifatida temir, rux ajralib chiqadi. Bu misni sanoatda **MK – 98 – 99,6 Si** deb nomlanadi.

Xomaki olingan mis metalli tozalash uchun olovli va elektrolitik rafinlanadi. Birinchi bosqichda suyuqlantirilgan mis havo yordamida qayta ishlanadi. Havodagi kislorod bilan mis tarkibidagi temir, rux, kobalt, nikel shlak hosil qilib ajralib chiqadi. Shlakdan qolgan mis tarkibidagi oksidlardan ho'l yog'och yoki gaz bilan qaytarilib **M2 – M4** markali (**99,7% Cu**) mis olinadi.

Bu mis keyin elektrolitik rafinatsilyalanadi.

Elektrolitik rafinlashdan keyin o'ta toza mis elektrotexnika sanoatida (**M0** va **M1** markali **Si**) yuqori sifatli qotishmalar olish uchun: shlam - nodir metallar olish uchun qayta ishlanadi.

Shu usul bilan **1 t** mis olinganda undan **100 kg** oltin, **2 kg** kumush ajratib olinadi.

Misning elektrokimyoviy xossalari va elektrodlardagi reaksiyalar

Misni asosan bir va ikki valentli birikmalari mavjud.

Bir valentli mis tuzlari asosan suvda erimaydi, ikki valentli mis tuzlari suvda eriydi va barqaror moddalardir. Eritmada bir va ikki valentli ionlari muvozanatda bo'ladi:



muvozanat konstantasi harorat 25⁰S bo'lganda

$$K_{25C} = a_{\text{Cu}^2+} / a_{\text{Cu}} = X \cdot 10^{-6}$$

$$K_{55C} = X \cdot 10^{-4}$$

Muvozanat konstantasi shu qiymatga teng bo'lganda bir valentli mis ioni miqdori juda kam 25⁰S da 10⁻³ g-ion/l va 55⁰S da 5 · 10⁻³ g.ion/l ga teng. Elektrokimyoviy jihatdan mis juda kam kuchlanishli va juda past qarshilikka ega. Oddiy eritmalarda mis qiyin qutblanadi, shuning uchun maxsus qo'shimchalar qo'shilmasa katodda yirik kristalli cho'kmaga tushadi.

Misni elektrolitik rafinlash

Anoddagi elektroliz mahsulotlarining tarkibiy qismlari

Quyidagi jadvalda mis anoddagi (Cu 99,0-99,7%) elektroliz mahsulotlari ko'rsatilgan.

Mis anodning komponentlarining taksimlanishi.(anodda % tarkibi)

Elektroliz mahsulotlari	Cu	I guruh				
		Ag	Au	Sn	Pb	S+Se+Te
Katod materiali	88-89	2	1	1	2	2
Elektrolit	1-2	-	-	-	-	-
Shlam	0,1-0,2	99	99	99	98	98
Metallarning standart Potensial, V	+ 0,31 0,34	+0,799	+1,5	+0,01	-0,126	

Elektroliz mahsulotlari	II - guruh			III - guruh		
	As	Sb	Bi	Ni	Zn	Fe
Katod materiali	10	10	10	1,50	-	-
Elektrolit	55-75	10-70	20-30	75-100	100	100
Shlam	45-25	90-30	20-60	25-0	-	-
Metallarning standart potentsiali, V	+ 0,24	+0,212	+0,226	-0,25	-0,76	-0,44

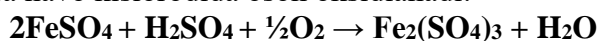
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, bulardan **II** guruh elementlari (**As, Sb, Bi**) elektrolizning hamma mahsulotlarida uchraydi. **As, Sb** va **Bi** ionlarning zaryadsizlanish tezligi katodda ozroq, ular katod materialiga boshqa yo'llar bilan tushadi.

Bu elementlar birikmalari gidrolizga moyil, natijada gelsimon cho'kindilar hosil bo'ladi: M: **Sb (OH)₃, Bi (OH)₃** lardir.

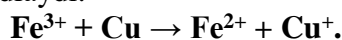
Cho'kindi yoki qattiq zarrachalar katod tomonga ko'chadi va katod qoldig'ini hosil qiladi. Bu aralashmalar: juda oz miqdorda sur'ma misning plastikligini pasaytiradi, **0,02% mishyak** misning elektr o'tkazuvchanligini **15%** kamaytirish uchun elektrolitni kislotaligini ozgina oshirish kerak. Rv va **Sn** umuman erimaydi, butunlay shlam **PbSO₄** va **H₂SnO₃** holida o'tadi.

Elektrolitdagi qo'shimchalar elektrolit tayyorlangan ruda tarkibiga bog'liq. (**Ni, Fe, Zn**). Bu metallarni chegaralangan miqdori (CHMiq) nikel va rux uchun – 20 g/l, **Fe** uchun - 5 g/l. Bu metallarning konsentratsiyasi elektrolitda ko'paysa kristall holda anodda cho'kadi, chunki anodda **Cu²⁺** konsentratsiyasi katta. Natijada anod tuzli plyonka bilan qoplanadi va erishi qiyinlashadi.

Temir ioni kislotali muhitda havo kislorodida oson oksidlanadi:



Hosil bo'lgan **Fe³⁺** mis metalini oksidlaydi.



~ nikel, rux, temir elektrolitdan chiqarib tashlanishi kerak.

~ oltingugurt, selen, tellur va kislorod anoddagi metalda sulfid, selenid, tellurid va oksid holida bo'lib, anod potensialida erimaydi va shlamga o'tib ketadi.

Nodir metallar – oltin va kumush - to'liq shlamga o'tadi: oltin anod potensialida umuman erimaydi, kumush anodda passivlanib Cl^- ionlari bilan erimaydigan AgCl cho'kmasini hosil qiladi.

Misni elektroekstraksiya usuli bilan olish.

Gidroelektrometallurgiya usuli ho'llash, tozalash va elektroekstraksiya yoki sementatsilya usulida eritmadan misni ajratib olish boskichlaridan iborat.

Elektroekstraksiya jarayoni ko'rsatkichlari;

	Eritma tarkibi, g/l.
Cu^{2+}	15 – 30 .
H_2SO_4yo.....	30 – 85.
Fe^{2+}	4 – 5 gacha.
Harorat, $^{\circ}\text{S}$	25 – 30.
katoddagi tok zichligi A/m^2 ..	50-150.
Mis olish vaqti kun	5 – 14.
Bir xil zaryadli elektrodlar soni (dona)...	1,8 – 2,5.
CHiqish tokka nisbatan %.....	65 – 90.
Elektr energiya sarfi kVt. s/m	2000 – 3000.

Nazorat uchun savollar va masalalar.

1. Eritmada kumush, mis, nikel va ruxning sulfatli eritmaları bor. Elektroliz paytida katodda metallarning ajralishi nazariy jixatidan qaysi ketma-ketlikda boradi?
2. Metallarning kuchlanishlar qatoriga tushuncha bering.
3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_3 , MgSO_4 , KJ eritmalarining grafit elektrodlardagi elektroliz sxemalarini yozing.
4. MgCl_2 , CaCl_2 , CuCl_2 , CuSO_4 eritmaları bir vaqtda ketma-ket ulanib, 15 minut davomida 3 A tok kuchi bilan elektroliz qilindi. Qaysi hollarda katodda bir xil va anodda bir xil moddalar ajralib chiqadi. Ularning massa va hajmlarini hisoblang.
5. Tarkibida HgSO_4 va FeSO_4 bo'lgan eritmaga bir bo'lak rux tushirilgan. Rux metallarining qaysi birini birinchi navbatda siqib chiqaradi.
6. Sarflangan tok kuchi 60000a, tok buyicha chiqish unumi 86% bo'lganda elektroliz paytida 1soatda qancha alyuminiy ajralib chiqadi?
7. Agarda sarflanayotgan tok kuchi 55000a, tok buyicha chiqish unumi 87% ni tashkil qilsa, elektroliz paytida bir sutkada qancha alyuminiy ajraladi?
8. Nima sababdan ruxning elektrod potentsiali vodorodnikiga nisbatan elektromanfiyroq bo'lsa ham, rux tuzlarining elektrolizida katodda vodorod emas rux ajraladi?

Suyultmalarda moddalarni elektrolitik olish texnologik tizimlari

Natriyni birinchi bo'lib G.Devi 1807 yilda o'yuvchi natriyni elektroliz qilib olgan. Lekin o'sha davrda elektr tok manbaalarining yo'qligi sababli bu usul keng qo'llanilmagan va kimyoviy usulda ishlab chiqarilgan.

1890 yilda o'yuvchi natriyni elektrolizi qilib natriy ishlab chiqarish sanoatda qo'llanila boshlandi. Bu esa sanoatda 1925 yilga qadar elektroliz usulida natriyni olishning birdan bir usuli

edi. 1930 yildan boshlab sanoatda natriyni natriy xlorid suyuqlanmasidan elektroliz qilish usuli ham ishlab chiqildi.

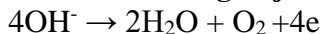
O'yuvchi natriy suyuqlanmasini elektroliz qilinganda katodda natriy ionlarining zaryadsizlanishi kuzatiladi.

Katodda boradigan jarayon:

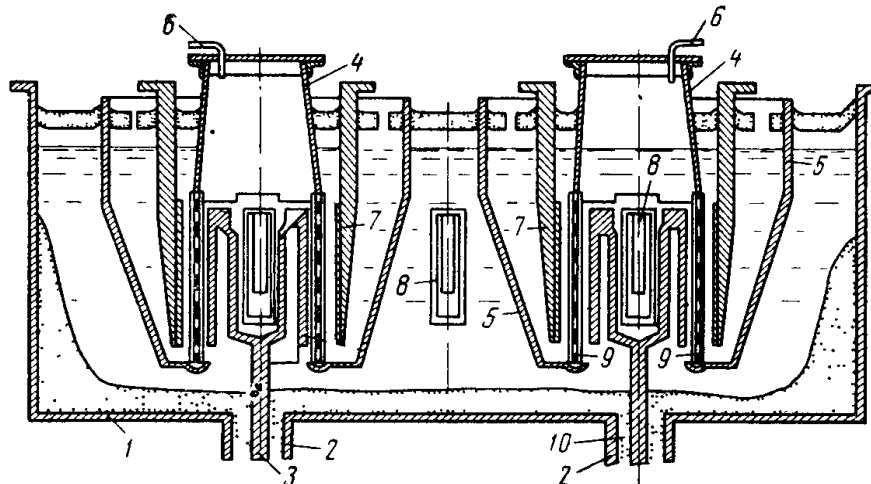
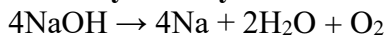


Anodda esa OH^- ionlari zaryadsizlanib suv va kislorod hosil bo'ladi.

Anodda boradigan jarayon:



Umumiy reaksiya:



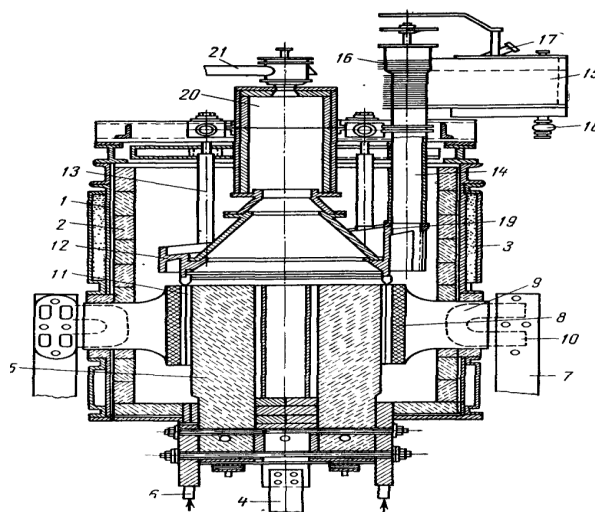
3-rasm. O'yuvchi natriyni olish uchun elektrolizyor.

1-vanna korpusi, 2- katod trubkasi, 3-katod shinasi, 4-natriyni yig'uvchi, 5- anod karmani, 6- gazlarni yig'uvchi trubka, 7- anod, 8- katalitni sovutish uchun purkagich, 9- to'rtli diafragma, 10- katod izolyatori

Natriy xlorid suyuqlanmasidan natriyni olish

Qattiq katodli elektrolizyorda natriyni natriy xloridning o'zidan olib bo'lmaydi. Natriy xlorid 803°S da suyuqlanadi, natriy esa 877°S da, demak 800°S atrofida u oson bug'lanadi. Natriy xloridning suyuqlanish temperaturani pasaytirish uchun elektrolitga qo'shimchalarni qo'shish talab etiladi. Bu qo'shimchalar natriy xlorid bilan oson suyuqlanadigan aralashmalar hosil qiladi. Quyidagi uch xil qo'shimchalar bunday talabga javob beradi: 1) $\text{NaCl} - \text{NaF} - \text{KCl}$ (ftorli elektrolit); 2) $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2$ (ikki xloridli elektrolit); 3) $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2 - \text{BaCl}_2$ (uch xloridli elektrolit).

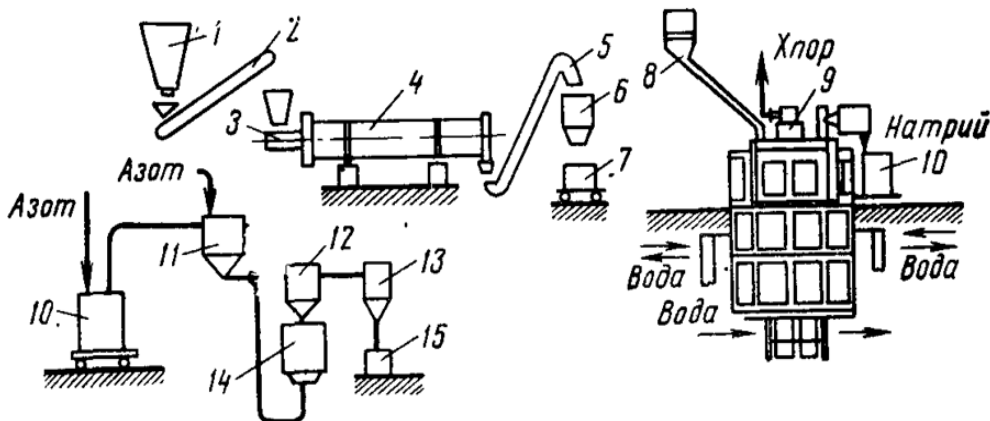
Natriy xloriddan natriyni olish uchun elektrolizyor



4-rasm. Natriyni olish uchun elektrolizyor.

1-kojux, 2-futerovka, 3-teploizolyasiya, 4-anod shinasi, 5- anod, 6- anodni sovutish uchun trubka, 7- katod shinasi, 8-katod, 9- katod shtangalari, 10- katodni sovutish uchun trubka, 11- to'rli diafragma, 12- natriyni yig'uvchi, 13-styajki, 14-ustun, 15 – natriyni yig'uvchi, 16- sovutuvchi qovurg'a, 17- tozalash uchun jumrak, 18-natriyni chiqarib yuborish jumragi, 19- konuslar, 20- xlorni yig'uvchi kamera, 21- xlorni chiqarish uchun trubka.

Natriy xloriddan natriyni olish texnologik sxemasi.



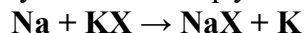
Kaliy ishlab chiqarish.

Kaliy (K, Z=19) – oq kumushsimon metall, yumshoq pichoq bilan kesiladi. Zichligi $0,862 \text{ g/sm}^3$, suyuqlanish harorati $63,6^\circ\text{C}$, qaynash harorati 760°C . Kaliyni reaksiya qobiliyati natriyga qaraganda kuchliroqdir. Xossalari jihatdan litiy va natriyga qaraganda, rubidiy va sezinya yaqinroqdir. Kaliy kimyoviy reaksiyalarda natriy bilan deyarli bir hil xossalarni namoyon qiladi. Biroq u natriyga qaraganda faolroq hisoblanib, ayrim hollarda shunday birikmalar hosil qiladiki, usha sharoitda natriy bunday xolatni xosil qila olmaydi. Masalan, natriy grafit bilan yuqori temperaturada ham reaksiyaga kirishmaydi, kaliy esa harorat 200° da grafitni emiradi.

Tabiatda quyidagi birikmalar xolida uchraydi: KCl(silvin), NaCl·KCl (silvinit), KCl·MgCl₂·6H₂O (karnallit), KCl·MgSO₄·3H₂O (kainit).

Texnologik amaliyotda kaliy almashinish usuli va suyuq qo'rg'oshinli elektrodalarda elektroliz usuli bilan olinadi.

Almashinish usulida kaliy olish natriy metalli bilan qaytarish usuli bilan olinadi:

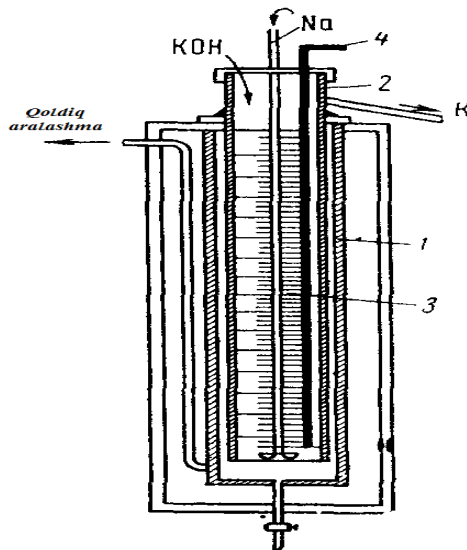


bu erda X-anion.

A) Almashinish usulida o'yuvchi kaliy va natriy metalli orqali kaliy va uning qotishmasini olish.

Kaliyni o'yuvchi kaliyga natriy metalli ta'sir ettirish orqali olinadi. Suvsiz KON suyuqlanmasi almashinish uskunasi dozator orqali quyiladi. So'ng natriy suyuqlanmasi ham dozator orqali uskunaga quyiladi. Natriy bilan KON suyuqlanmasining almashinish reaksiyasi oxirigacha bormaydi.

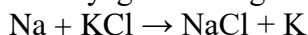
Faqat 40-45% KOH sarf bo'ladi. Almashinish uskunasi ziylari kesadigan nikel parrak diskli nikel trubadan iborat. Uskuna qopqog'idan aralastiruvchi val, KOH quyuvchi varonka va natriy suyuqlanmasi yuboriladigan truba o'rtilgan. Natriy truba orqali kalonnani pastki qismiga beriladi, hosil bo'lgan kaliy yoki K-Na trubaning yuqori qismidan yig'gichga oqib tushadi. Ishlatilib bo'lingan suyuqlanma (KOH va NaOH) uskunadan temir bakka yuboriladi va bu aralashma past sifatli kaustik soda sifatida ishlatiladi. Almashinish jarayoni 380-450 S xaroratda olib boriladi. Buning uchun apparatga pech o'rnatiladi. Almashinish apparatida korroziya jarayoni boradi, shuning uchun disk va apparat devori orasidagi ochiq joy kattalashadi bu holat esa KOH bilan natriyni ta'sirlashishi susayadi. Natijada olinadigan kaliy tarkibida natriy miqdori ortadi.



5- rasm. Kaliy olish uchun almashinish uskunasi.

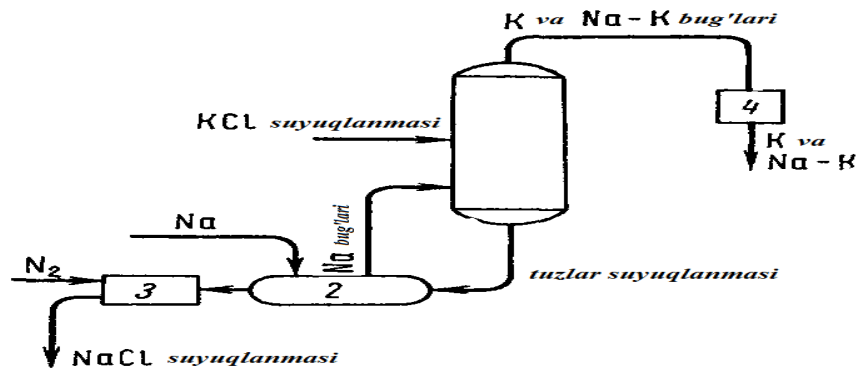
1-uskuna korpusi, 2-reaksion truba, 3-disklar, 4-aralastirgich

Kaliy xloriddan kaliyni olish ushbu reaksiyaga asoslangan:



Kaliyni bu usulda kaliy xloridni suyuqlanmasidan bug' xolatdagi natriy bilan qaytarib olinadi. Kaliy xloridni qaytarish jarayoni ligerlangan po'latdan yasalgan distillyatorda olib boriladi. Suyuqlantirilgan kaliy xlorid 840-850 S da kalonnani o'rta qismidan yuboriladi. Natriy maxsus bug'latuvchi apparatda azot atmosferasida bug'lantirilib kolonnaning pastki qismidan yuqoriga qarab yuboriladi. Bu moddalarning ta'sirlashishidan hosil bo'lgan NaCl kalonnaning pastki qismidan chiqarib bug'latuvchi apparatga yuboriladi. yuboriladi. Bug'latilgan natriy 760-883 S haroratda kaliy xlorid bilan ta'sirlashadi.

Kaliy xlorid va natriydan kaliyni olish



6- rasm. Kaliy xlorid va natriydan kaliyni olish texnologik sxemasi. 1- almashinish kolonkasi, 2-natriyni bug'latish qurilmasi, 3-tuz suyuqlanmasini yig'uvchi, 4-kondensator

Kaliyni elektrokimyoviy usulda olish.

Kaliyni birinchi bo'lib, KOH suyuqlanmasini elektroliz qilish usuli bilan ingliz olimi 1807 yilda G. Devi kashf etgan.

Kaliyni elektrokimyoviy usulda olish ikki bosqichdan iborat: elektrokimyoviy usulda qotishma olish va termik ajratish.

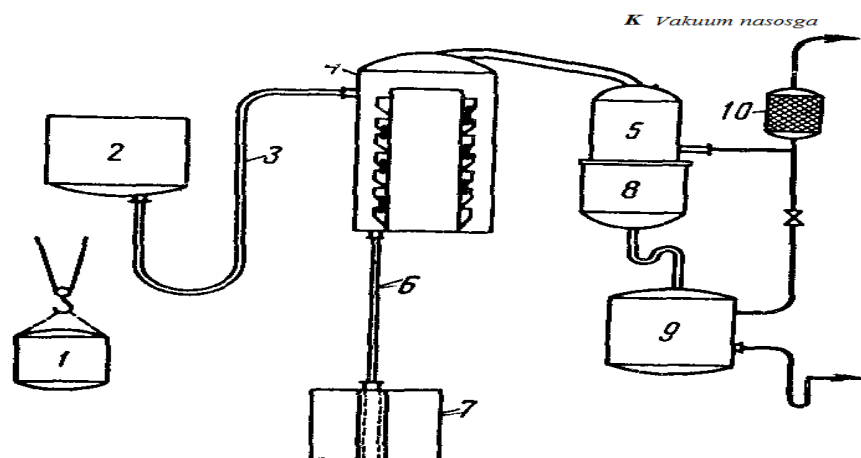
Jarayon suyuq katod sifatida og'ir metall, qo'rg'oshindan foydalanishga asoslangan, chunki qo'rg'oshin kaliy bilan oson qotishma hosil qiladi.

Metall xolidagi kaliyni qo'rg'oshin-kaliy qotishmasidan vakuumli haydash usuli bilan xlorid-karbonatli elektrolitda elektroliz qilib olinadi.

Elektrolit tarkibi: $KCl - K_2CO_3$

Elektroliz jarayoni 12000-18000a, 6,2-7,5 v kuchlanishda, 680-720⁰ C haroratda olib boriladi.

Pb-K qotishmasidan vakuumli distilyatorda kaliyni olish



7-rasm. Pb-K qotishmasidan vakuumli distilyatorda kaliy olishning texnologik sxemasi. 1- vakuum kovsh, 2- yig'uvchi sig'im, 3 va 6 – barometrli truba, 4- vakuumli distilyator, 5- kondensator, 7- mikser, 8- oralik si-im, 9- kaliyni saklovchi, 10- vakuum-lavushka

Gidrometallurgiyada qo'llaniladigan elektrolizyornlarning hisobi

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 rafinatsilyalanadi**. 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 **uementatsilya** yoki **siqib chiqarish** deyiladi.

Gidroelektrometallurgiya usulini qulayligi shundaki, ruda tarkibida metall miqdori oz bo'lsa ham oxirigacha metallni olish mumkin. Agar rudapolimetall ruda bo'lsa, har qaysi metallni 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.

Elektrolit tayyorlash.

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

Gidroelektrometallurgiyada elektrolit tayyorlash uchun:

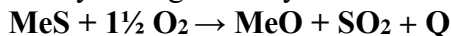
- a) ruda yoki konsentratni kuydirish;
- b) kuydirilgan mahsulotni yuvib solish;
- v) hosil bo'lgan eritmani begona qo'shimchalardan ajratish.

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.

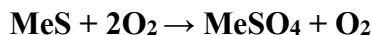
Kuydirish murakkab kimyoviy metallurgik jarayondir. Kuydirish jarayoni to'rt xil bo'ladi.

Oksidlab kuydirish - bu sulfidli rudalar kuydiriladi.

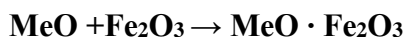
Yuqori haroratda kuydirish reaksiyasining umumiy ko'rinishi:



Past haroratda **sulfatli kuydirish**:

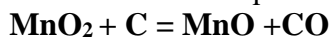


Ayrim hollarda yuqori haroratda **ferritlar**, ya'ni metall oksidi bilan temir oksidini hosil qilgan minerali - hosil bo'ladi.



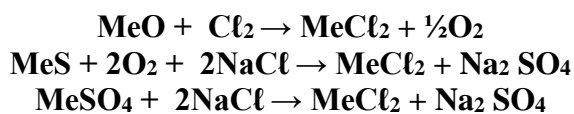
Bu modda faqat konsentrlangan kislotalarda eriydi, qiyin eriydigan moddalar hosil bo'lmasligi uchun har qaysi rudani tarkibiga qarab kuydirish usullari qo'llaniladi.

Qaytarib kuydirish - bu faqat oksidli rudalarda qo'llaniladi.



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

Xlorli kuydirish - xlor gazi ishtirokida olib boriladi.



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

Kalsiy lab kuydirish - karbonatli rudalarni ishqor ta'sirida ko'piklanmasligi uchun bajariladi.



Kuydirish jarayoni turli konstruksiyadagi pechlarda olib boriladi: gorizontali trubali, shaxtali, o'rtada aylanuvchi valli. Yangi texnologiyalar bo'yicha gidroelektrometallurgiyada qaynovchi qavatli pechlarning turli konstruksiyalari ishlatilmoqda. Ishlash jarayoni 9-rasmda tasvirlangan.

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.

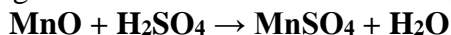
Oksidlovchi kuydirish hollarda esa gaz-tashuvchi va gaz-reagent havo hisoblanadi, ayrim hollarda boyitilgan kislorod qo'llaniladi. Qaytarib kuydirish jarayonida metall gazlari, koksokimyoviy pechlar va boshqa tarkibdagi qaytaruvchi reagentlar masalani metan tarkibli gazlar qo'llaniladi.

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 flotatsilon 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 SO₂ 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 konsentratsiya, 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.

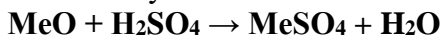
Keyinroq Pachuk uskunalar qo'llanila boshlandi, bu uskunada ruda solinib ostidan pulpa⁵ berib turiladi, eng pastidan **2-3 kg/sm²** bosimli (0,2-0,3 mP) qisilgan havo berib boriladi. Yuqorigi tushayotgan pulpa pastdan yana qisilgan havo bilan yangi pulpa aralashtirilib, **reaktorga** jo'natiladi.

Yuvish jarayoni eng pastki qavatda rudani butunlay ho'llaydi, chiqayotgan eritma yuvish jarayoniga qayta-qayta yuborilsa **ko'p qavatli yuvish** deyiladi.

Rudani qayta ishlashni avtoklav usuli.

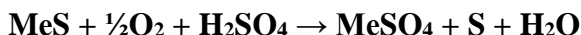
Bu usul yuqori bosim va temperaturada qayta ishlashga asoslangan bo'lib, avtoklav usulida rudani kuydirish va yuvish bir vaqtda olib boriladi. Yuqori bosim (**0,5-2 mPa**, va **5-20 kg sm/sm²**) va harorat 100⁰C (200⁰C gacha) kimyoviy reaksiyalar tezligi tezlashadi oddiy sharoitda sodir bo'lmagan bir 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.

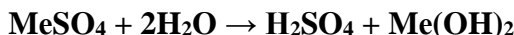
Metallarni **pirometallurgik** rafinlashda ham rudalarni yuvib eritganda ham **elektroliz** jarayoniga xalaqit beruvchi komponentlar uchraydi.

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.



Elektrolitik jarayon sifatli borish uchun vannaga yuklanadigan elektrolitlar texnik sharoitga mos tozalangan bulishi kerak.

Bizga ma'lumki sanoat miqyosida olingan elektrolitlar tarkib jixatdan jarayonlarda turlicha borish xisobiga xosil buladigan eritmalar xam tarkib jixatdan uzgaruvchandir.

Texnologik jarayon borish davomida foydalanilayotgan rudalarda va konsentratsiyalarda asosi olinayotgan metall miqdori uzgarishi bilan, unga yondosh bulgan boshka elektrolitlarni xam turli shaklda, xam uzgaruvchi tarkibda buladi.

SHu sababli elektroliz jarayoni oldidan eritmada asosiy metalning miqdorining texnologiya uchun foydali buladigan konsentratsiyaga olib chikilib va boshka elektrolitlar uchun tayyorlanadigan eritma vannaga yuklanishdan oldin kimyoviy jixatdan taxlil kilinadi va standart talabi asosida eritma konsentratsiyasi urganib chikildi.

Xar bir metall uchun elektroliz jarayonida turli kuchlanish potentsiallarda foydalaniladi. Tayyorlangan eritmamiz bu talablarga xam javob beradigan bulishi lozim.

Elektrolitni tayyorlashni kadmiyni elektroliz kilish buyicha kurib chikamiz.

Respublikamizda kadmiy Olmaliq kon Metallurgiya kombinatida sexida elektroliz usulida olinadi.

Katodlar soni va elektrolitik vanna o'lchamlarini hisoblash.

Tok zichligini 290A/m² deb hisoblaymiz. Tok kuchi 16200A bo'lganda bitta vannaning katodli sirti yuzasi $F = 16200 \cdot 290 = 56 \text{ m}^2$ ni tashkil etadi. Katodli polotna o'lchamlari, quyidagicha,

m: uzunligi $a_k = 986$; eni $v_x = 0,96$. Katodlar soni anodlar sonidan bitta ortiq bo'ladi, chetki katodlar esa bir tomoni bilan ishlaydi, u holda vannadagi umumiy katodlar F yuzali $F = 2ab(n - 1)$ ga teng bo'ladi.

Bundan katodlar soni $n_k = F / (2ab + 1) = 56 / (2 * 0,86 * 0,96 + 1) = 35$ ta

Anodlar soni 34 ta. Anodning eni $v_a = 925$ mm, uzunligi $a_a = 830$ mm.

Anod qalinligini 40 mm, katod qalinligini 15 mm deb olsak, bir ismli elektrodlar orasidagi masofa 100 mm bo'lib, vannaning ichki sirtidan chetki katodlargacha bo'lgan masofa 200 mm ga teng bo'ladi. Vanna uzunligi $L = 100(n_k - 1) + 200 + 200 = 3800$ mm.

Vanna enini katodning eni, katod va vanna ichki sirti eni bo'yicha aniqlaymiz:
 $50 \times 2 = 100$ mm (bu masofa odatda 50 dan 25 mm gacha deb qabul qilinadi):

$V = 968 + 100 = 1060$ mm.

Vanna chuqurligi uning tagidagi katodgacha bo'lgan masofa 200 mm ga teng bo'lsa va elektrolit sirtidan vanna bortigacha bo'lgan masofani 55 mm deb olib, katod polotnasi uzunligini 860 mm deb qabul qilsak,

$N = 860 + 350 + 55 = 1215$ mm ga teng.

Vanna hajmi $V = LBH = 5,22$ m³

Vanna odatda elektrolit bilan uning hajmining 96% miqdorida to'ldiriladi. SHunga ko'ra, elektrod va elektrolit bilan to'ldirilgan vanna hajmi

$V = 5,22 * 0,9 = 4,7$ m³ ga teng bo'ladi.

Vannadagi elektrolit hajmi $V_{el} = V_1 - V_a - V_k$ (bunda V_a va V_k lar anod va katodlar egallagan hajmi)

$V_{el} = 4,7 - 35 * a * 86 * 0,96 * 0,015 - 34 * 0,925 * 0,83 * 0,04 = 3,22$ m³

Vannalar sonini hisoblash. 200 ming tonna katodli mis ishlab chiqarish uchun kerakli vannalar sonini

$R = Np * 1 * 365 * 24v * 1,186$ A tenglamadan topamiz,

Bunda R – loyihalashtirilayotgan sex quvvati, ming tonna / yil; Np – vannalar soni; 365 – kalendar sutkalar soni; 24 – vaqt, soatlarda; 1,186 – misning elektrokimyoviy ekvivalenti; A – tok bo'yicha chiqish ($A = 0,96$ deb qabul qilamiz); M – vannaning ishlash vaqti ($M = 0,92$); I – tok kuchi, A;

$Np = 200000 * 10^6 / (16200 * 0,92 * 24 * 0,96 * 1,186 * 365) = 1345$

Sexda har birida 32 ta vanna bo'lgan 42 ta seriya o'rnatiladi.

Vannadagi kuchlanishni hisoblaymiz. Kimyoviy tarkibi quyidagicha bo'lgan elektrolit qarshiligini hisoblaymiz: Cu -50; H₂SO₄ – 110; Ni – 25; Fe – 1; As -5 qolgan aralashmalarni kamligi uchun hisobga olmaymiz.

Hisoblar Skovronskiy usuli bo'yicha olib boriladi. Elektrolitning solishtirma qarshiligini

$\rho = k(1,364 + 0,00942S_{Cu} + 0,00942S_{Ni} * A_{Cu} / A_{Ni} + 0,00942 S_{Fe} A_{Cu} / A_{Fe} + 0,00942 S_{As} A_{Cu} / A_{As})$

bunda k – berilgan konsentratsiyali H₂SO₄ eritmasining solishtirma qarshiligini konsentratsiyasi 150 g / l bo'lgan sulfid kislotasi eritmasi solishtirma qarshiligiga nisbati bo'yicha hosil qilingan koefitsient, $k = 1,287$; s – metallar konsentratsiyasi, g/l; A – metallarning atom massalari.

$\rho = 1,287 * 1,364 + 0,00942(50 + 2563,55) / 58,71 + 1 * 63,55 / 55,85 + 563,55 / 74,92 = 2,532$ om*sm.

60⁰S da $\rho = 2,532 - 0,0065(t - 55) = 2,239$ om*sm.

Anodli qoldiqning chiqishi 20% ni tashkil etsa va anodlar qalinligini 40 mm deb olsak, anodli qoldiqlarning qalinligi $40 * 0,02 = 8$ mm ga teng bo'ladi. Katod asosi qalinligi 1mm bo'lganda, elektrodlar orasidagi minimal masofa

$(100 - 8 - 1) / 2 = 46,5 = 46,5$ sm ga teng bo'ladi.

Elektr tokini o'tkazayotgan katod va anod orasidagi elektrolitning o'rtacha yuzasi

$(a_n v_n + a_a v_a) / 2 = (0,86 * 0,96 + 0,83 * 0,925) : 2 = 0,7967$ m²

Vannada 34 ta anod va 35 ta katod bo'lib, elektrodlar umumiy soni 68 ta deb qabul qilinadi. U holda tok o'tayotgan elektrolitning umumiy kesimi $0,7967 \cdot 68 = 54,1756 \text{ m}^2$ ni tashkil etadi. Elektrolitlar orasidagi masofa $l = 46,5 \text{ mm}$ bo'lsa, elektrolit qarshiligi

$$R_{el} = \rho l / s = 2,239 \cdot 4,65 / (54,1756 \cdot 10^4) = 1,922 \cdot 10^{-5} \text{ om ni tashkil etadi.}$$

SHlamning qarshiligi shlam va elektrolit umumiy qarshiligining 10-15% i ni tashkil etadi. 15% deb qabul qilamiz. U holda qarshilik

$$R = R_{el} \cdot 18/85 = 1,922 \cdot 10^{-5} \cdot 15/85 = 0,339 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$$

Vannadagi tok kuchi 16200 A ga teng bo'lsa, har bir katod va anod bo'ylab $16200 / 35 = 463 \text{ A}$ tok o'tadi. SHTangning 1 mm^2 ko'ndalang kesimiga mos keluvchi tok bo'yicha yuklanishni $2 \text{ A} / \text{mm}^2$ deb qabul qilamiz. U holda shtangning ko'ndalang kesimi $463,2 = 232 \text{ mm}^2$ bo'ladi.

SHTangning uzunligi – 1200 mm. $t = 15^\circ \text{C}$ da shtang qarshiligi

$$R_{sht}^{15} = \rho^{15} U_s \text{ munosabatdan topiladi.}$$

Bunda $\rho^{15} - 15^\circ \text{S}$ da misning solishtirma qarshiligi;

$$\rho^{15} = 0,0175 \text{ om} \cdot \text{mm}^2 / \text{m. Son qiymatlarini qo'ysak:}$$

$$R_{sht}^{15} = 0,0175 \cdot 1,2 / 232 = 0,91 \cdot 10^{-4} \text{ Om}$$

Issiq elektrolit ustida o'rnatilgan shtang temperaturasini 45°S deb qabul qilamiz:

U holda shtang qarshiligi

$$R_{sht}^{45} = R_{sht}^{15} [1 + \alpha (t - 15)] = 0,91 \cdot 10^{-4} [1 + 0,004(45 - 15)] = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ Om ni tashkil etadi.}$$

Bunda $\alpha -$ mis solishtirma qarshiligining temperatura koeffitsienti, $\alpha = 0,004 \text{ Om} / \text{grad.}$

$$35 \text{ ta shtangning qarshiligi } R_{sht} = 1,02 \cdot 10^{-4} \cdot 35 = 0,29 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$$

Anod-katod shtangasi ulangan kontakt qarshiligini $7,56 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$ deb qabul qilamiz, u holda vannadagi barcha kontaktlashish guruxi qarshiligi $7,56 \cdot 10^{-5} : 35 = 0,22 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$ bo'ladi.

Anodli va katodli qutblanish yig'indisini $0,04 \text{ V}$ deb qabul qilamiz. U holda E.YU.K. ning qarshiligi $0,04 : 1620 = 0,25 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$ ga teng bo'ladi.

SHunday qilib, vannaning o'rtacha umumiy qarshiligi, Om.larda:

$$\text{Elektrolitniki} - 1,922 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{Shlamniki} - 0,339 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{Katodli shtang} - 0,29 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{Kontaktlarniki} - 0,22 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{Qutblanish E.YU.K.} - 0,25 \cdot 10^{-5}.$$

$$\text{Jami : } 3,021 \cdot 10^{-5} \text{ ga teng.}$$

Chetki vannalar qarshiligi kattaroq bo'ladi (shinalar qarshiligi hisobida). SHinaning ko'ndalang kesimini 22400 mm^2 , uzunligini 4140 mm deb qabul qilamiz. U holda son qiymatlarini qo'ysak,

$$R_{sht}^{45} = 0,0175 [1 + \alpha (t - 15)] R/S = 0,0175 (1 + 0,004 \cdot 30) \cdot 4,14 : 22400 = 0,36 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$$

SHunga ko'ra chetki vannalar qarshiligi

$$3,021 \cdot 10^{-5} + 0,36 \cdot 10^{-5} = 3,381 \cdot 10^{-5} \text{ Om}$$

Vannadagi alohida elementlar va tok kuchi qarshiliklariga mos ravishda elektr balansini tuzamiz:

Vannaning qarshilik elementlari	Kuchlanish pasayishi	
	V	% larda
Elektrolit	0,311	63,6
SHlam	0,055	11,2
Katodli shtanglar	0,046	9,4
Kontaktlar	0,036	7,4
Qutblanish E.YU.K.	0,041	8,4
Jami	0,489	100

1 tonna katodli mis uchun elektr energiyasi miqdori

$$W = 0,533 \cdot 10^3 / (1,186 \cdot 0,96) = 436 \text{ kv} \cdot \text{soat}$$

Katodlar sonini hisoblash. Anodlar o'lchami 925*830*140 mm uchun uning massasi $0,925*0,83*0,04*8,5=0,261$ t (8,5 t/m³ – misning zichligi).

Moddiy balans bo'yicha anodlardan katodlarga 77,85112% mis o'tadi.

$$261*0,7785=203,5 \text{ kg.}$$

U holda yiliga 200000 t katodli mis ishlab chiqarish uchun

$200000 : 0,2035 = 98280$ dona anodni qayta ishlash kerak bo'ladi.

Tok zichligi 290 A/m² va tok bo'yicha chiqish 96% bo'lganda katodda bir sutkada to'planib qolgan mis miqdori:

$$1,186*0,96*24,290*0,86 = 13085 \text{ g} = 13,086 \text{ kg bo'ladi.}$$

Anod erishining davom etishi

$$203,5:13,086=16 \text{ sut.ni tashkil etadi.}$$

Anod erishining katodning tiklanishiga nisbati 3.1 bo'lganda bir yilda ishlov berilgan katodlar soni $982800*3=2948400$ dona (yoki $2948400 : (36524) = 337$ katod/soat), uning o'rtacha massasi $203,5:3=68$ kg ni tashkil etadi.

Vannalarning matriqali seriyalari sutkasiga $33724 = 8088$ ta asos olish imkonini beradi va bu miqdordan 10% ayrim qismlar va isrofgarchilikni qoplash uchun sarflanadi.

Sexdagi matriqali vannalar

$$X = \frac{1,1N_p * n_k^T * \tau_k^m}{2n_k^m * \tau_k^T + 1,1n_k^T * \tau_k^m} \text{ formuladan topiladi.}$$

bunda N_p - sexdagi umumiy vannalar soni;

n_k^T , n_k^m - tovarli va matriqali vannalardagi katodlar soni; $n_k^T=35$; $n_k^m=34$; t_k^T ; τ_k^m – katodning tiklanish muddati va tovarli, hamda matriqali vannalardagi asos;

$\tau_k^T=5,3$ sut; $\tau_k^m=1$ sut

Son qiymatlarini qo'ysak,

$$X = \frac{1,1*1345*5,3}{2*34*5,3+1,1*35*34} = 130$$

Har bir seriya 32 ta vannadan iborat bo'lib, sexga 4 ta seriya o'rnatish kerak bo'ladi.

Tok kuchini 270 A/m² deb qabul qilsak, katodli polotna o'lchami 0,86, 0,96 m, tok bo'yicha chiqishni esa 96% deb qabul qilib, katodli asosning massasi va qalinligini hisoblaymiz:

$$\frac{0,86*0,96*1,186*0,96*270*24}{1000} = 6,09 \text{ kg}$$

Yaroqsiz qismlar hisobiga asos massasi 6% gacha, ya'ni 6,5 kg gacha ortadi. U holda asos qalinligini $6500 : (86968,5) = 0,093$ sm ≈ 1 mm deb qabul qilamiz.

Kuporosli sexga berilayotgan elektrolit hajmi va aralashmani aniqlash.

Moddiy balans jadvalidan ko'rinib turibdiki, elektrolitga eng ko'p miqdorda nikel, temir va mishyak o'tadi. Asosiy aralashma bo'lib, elektrolitda ruxsat etilgan konsentratsiyaga etuvchi metall hisoblanadi.

Katodlarga 77,85% mis va 0,0456% aralashma o'tadi. U holda har sutkada barcha vannalarda erigan mis miqdori $548 : 0,7785 = 703,6$ g ni tashkil etadi.

Sutka davomida anodli misning erishi natijasida eritmaga quyidagi miqdorda aralashma o'tadi:

$$\text{Nikel} - 0,005 * 73600 * 0,22 = 3236,1 \text{ kg;}$$

$$\text{Temir} - 0,00002 * 703600 * 0,7 = 9,849;$$

$$\text{Mishyak} - 0,00001 * 703600 * 0,735 = 5,1701 \text{ kg}$$

Vannadagi elektrolitning umumiy hajmi $3,22 \text{ m}^3$ ni tashkil etadi. Sexdagi elektrolitning umumiy hajmi

$$V_{\text{um}} = 1,2 V_{\text{el}} N_p \text{ formuladan topiladi.}$$

Bunda $1,2$ – zahira koeffisienti, V_{el} – vannadagi elektrolit hajmi; N_p - sexdagi vannalar soni.

Son qiymatlarni qo'ysak: $V_{\text{um}} = 1,2 * 3,22 * 1345 = 5197,1 \text{ m}^3$ ni hosil qilamiz.

Elektrolitdagi aralashmalarning chegaraviy qiymatini quyidagicha qabul qilamiz: nikel uchun – 25; temir uchun – 1; mishyak uchun – 5;. Elektrolit chegaraviy qiymatgacha quyidagi vaqt oralig'ida boyitib boriladi;

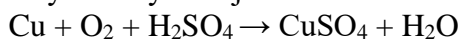
Nikel bo'yicha $(5197 * 25) / 3236 = 40$ sutkada; temir bo'yicha $(5197 * 1) / 9,849 = 528$ sutkada; mishyak bo'yicha esa $(5197 * 5) / 5,17 = 502$ sutkada.

Shunga ko'ra asosiy aralashma sifatida nikel olinadi va uning miqdori 40 sutkada chegaraviy qiymatga etadi. Elektrolitdagi nikel va boshqa qo'shimchalarning konsentratsiyalarini kerakli darajada saqlab turish uchun, har sutkada kupporosli sexga sirkulyasiyadan ma'lum miqdordagi elektrolitni chiqarib turish talab etiladi. Uning hajmini topamiz:

Anodlardan elektrolitga sutkasiga 3236 kg nikel o'tadi. SHunga ko'ra har sutkada kuporosli sexga $323600 : 25 = 129440 * (129 \text{ m}^3)$ elektrolit chiqarish kerak.

Kuporosli sexda elektrolitga katodli mis, mis va nikelli kuporoslarni olish uchun ishlov beriladi.

Regeneratsiyalash vannalari sonini aniqlash. Elektrolitik rafinatsiyalashda mis eritmaga elektrokimyoviy usul bilan kimyoviy reaksiya natijasida ham o'tishi mumkin:



Korroziya tufayli elektrolitga yana qo'shimcha 2-3% mis o'tadi.

Kimyoviy usulda anodlardagi misning 2,1% i eriydi deb qabul qilamiz. Elektrolitdagi misning konsentratsiyasi berilgan darajada saqlanishi uchun sirkulyasiyalanuvchi elektrolit eritmasidan ortiqcha misni har doim chiqarib turish kerak. Elektrolit tarkibidagi misni korrektirovkalash uchun misning bir qismi kuporos sexiga chiqarib turiladi yoki erimaydigan anodli vannalarda elektroliz qilish bilan kamaytiriladi. Buning uchun sexga ma'lum sondagi regeneratsiyalash vannalari o'rnatiladi.

Katodli misning unumdorligi $548 \text{ t} / \text{sutka}$ bo'lganda, $703,6 \text{ t/sutka}$ anodli mis elektrokimyoviy usulda eritiladi. Bunda korroziya tufayli eritmaga

$$703,6 * 0,021 = 14,8 \text{ t mis o'tadi.}$$

Elektrolit bilan kuporos sexiga $50129 = 6450 \text{ t} / \text{sutka}$ mis chiqariladi.

Shunday qilib, regeneratsiyalash vannalarida elektrolitdan $14,8 - 6,45 = 8,35 \text{ t} / \text{sutka}$ mis yo'qotilishi kerak.

Regeneratsiyalash vannasi unumdorligi ishchi vanna unumdorligiga teng bo'lganda ($548 : 1345 = 0,407 \text{ t} / \text{sutka}$ mis), regeneratsiyalash vannalari soni $8,35 : 0,407 \approx 21$ ta bo'lishi kerak.

Nazorat uchun savollar masalalar.

1. Elektrolizning mohiyati nimadan iborat?
2. Suyuqlanmalarda boradigan elektroliz uchun qanday (anod va katod) qoidalar bor?
3. Eruvchan anod elektrolizining mohiyatini tushuntiring.
4. CuSO_4 eritmasini ko'mir va mis elektrodleri ishtirokidagi elektroliz sxemalarini tuzing.
5. Nernst formulasini yozing va uni izohlab bering.
6. Potensial hosil qiluvchi ionning konsentratsiyasi "1 mol/l" bo'lsa, bu elektrod potentsiali qanday nomlanadi?
7. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarining E.YU.K.i qanday hisoblanadi va reaksiya to'g'ri yo'nalishda borishi uchun u qanday bo'lishi kerak?
8. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyalarida bajarilgan ish va Gibbs energiyasining o'zgarishi qanday bo'lishi kerak?
9. Standart oksidlanish potentsiali nima? Uning amaliy ahamiyati nimadan iborat?

10. Vodород elektrodi qanday ishlaydi, u nima maqsadda qo'llaniladi?

Gidrometallurgiyada elementlarni elektrolitik usulda ajratib olish texnologik tizimlari

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

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

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

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

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

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

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

Elektrodlarni tuzilishi va tarkibiga bir qancha talablar qo'yiladi:

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

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

Metallarni elektrolitik rafinlash.

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 pechlar va boshqalar)da olib boriladi, bu usul *pirometallurgiya deb ataladi*. Pechlarda suyultirilayotgan metallar tarkibida ularning xossalariga 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.

Nikelni elektrolitik rafinlash.

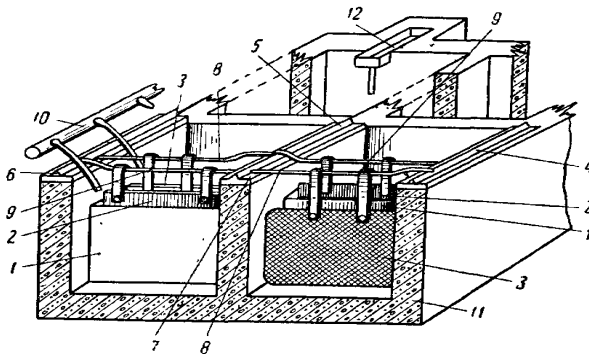
Nikel tabiatda sulfidli yoki oksidlangan madanlar ko'rinishida uchraydi. Sulfidli madanlar tarkibida nikeldan tashqari har doim mis, kobalt va platinali metallar uchraydi nikelni ajratib olish uchun ruda yoki konsentrat pirometallurgik usulda qayta ishlanadi. Suyultirishdan keyin ular elektr shaxtali yoki qaytaruvchi pechlarda suyultirilib mis-nikelli shteyn olinadi. Shteyndan pirometallurgik kayta 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 rafinatsilyalanadi.

Oksidlangan nikelli madanlardan pirometallurgik fayta ishlashdan keyin qora nikelga nisbatan birmuncha toza nikel sulfidli madanlardan olinadi. Baribir toza nikel olish uchun u elektrolitik rafinatsilyalanadi. Elektrolitik rafinatsilyalashda bir qancha muammolarni xal etish talab etiladi. Nikeldagi vodorodning o'ta kuchlanishi kam shuning uchun nikel olish uchun kislotali elektrolitlardan foydalanish taqiqlanadi. Neytral va ishqoriy elektrolitlarda nikel gidroksid cho'kmasi hosil bo'ladi. SHuning uchun katod atrofida katolitning pHi 4,5-5,5 oraliqda ushlab turilishi kerak, katodli faza esa nisbatan pH qiymati 3 ga teng bo'lgan kislotali eritma bilan ta'minlanishi kerak. Katod atrofidagi fatlamda kerakli kislotalilikni ushlab turish uchun elektrolit tarkibida buferli qo'shimcha bshlishi 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%) olish 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 xolatdan 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 oqib chiqib tozalash uchun yuboriladi va so'ngra qaytadan elektrolizga yuboriladi. Elektroliz uchun foydalanilgan elektrolit tarkibida 145-200g/l nikel sulfat, 40-80 g/l natriy sulfat, 60-100g/l natriy xlorid va 15g/l gacha borat kislotasi bo'ladi. Jarayon quyidagi sharoitlarda olib boriladi va quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi: katodli tok zichligi 170-250 a/m² vannadagi o'rtacha kuchlanish (tok zichligi va diafragma materialiga bog'liq ravishda) kuchlanish 1,8-3,5V, elektrolit temperaturasi 60-70⁰S. Anodlarning erish davomiyligi 24-30 sutka, katodlarning ortib borish vaqti 8-10 sutkani, elektrolitning o'rtacha sirkulyasiyalanish 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 1800-3500kvt-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 tarkibida yuqoridagi elementlar ajratib olinadi. Odatda nikel temir betonli elektrolizyorlar (140-rasm)da rafinatsilyalanadi. Bunda elektrolizyorlar 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.

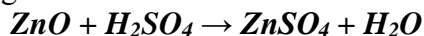


Nikelni elektrolitik rafinlash uchun elektrolizyor.

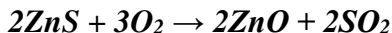
1-katodli diafragma; 2-katod; 3-anod; 4-anodli shina; 5-oraliq shina; 6-katodli shina; 7-izolyasiyalovchi prokladkalar; 8-anodli shtanga; 9-katodli shtanga; 10-katodlarga elektrolitni uzatish; 11-korpus; 12-quyish cho'ntagi.

Ruxni elektrolitik olish.

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.



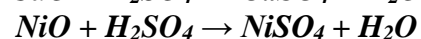
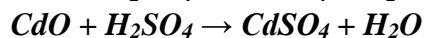
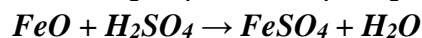
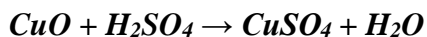
Rux sulfidni eriydigan xolga o'tkazish uchun ruxli konsentrat oksidlovchi modda kuydiriladi. Bunda ZnS ni ZnO ga aylantirish mumkin.



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.

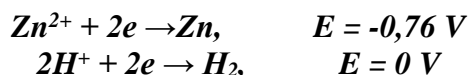
Ishqorlash jarayonida eritmaga rux bilan birgalikda bir qancha aralashmalar ham o'tadi, masalan:



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 marganeу (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 marganeу zaharli aralashma hisoblanmaydi va elektroliz jarayonida anodda marganeу (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.

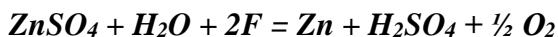
Rux sulfatning kislotali eritmalarini elektrolizlashda ikki xil katodli jarayonni kuzatish mumkin:



SHunga ko'ra potentsiallar nisbatidan kelib chiqqan holda elektroliz jarayonida rux emas balki vodorod ajralib chiqadi. Lekin elektroliz sharoitida vodorod ruxda katta o'ta kuchlanish tufayli ajralib chiqqanligi tufayli amalda rux ajralib chiqadi.

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

Elektroliz natijasida elektrolitda sulfat kislotaning konsentratsilyasi ortadi va rux sulfat miqdori esa kamayadi:

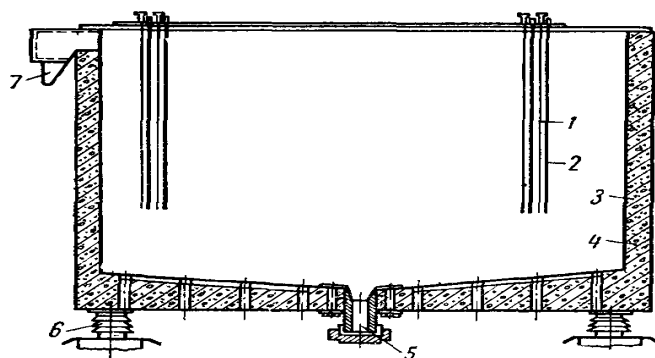


Elektroliz jarayoni elektroliz tarkibidagi sulfat kislota tarkibidagi konsentratsilyasi 100-120 g/l ga teng sharoitda olib boriladi. Kislota miqdorining yuqori bo'lishi tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi. Vannadagi rux konsentratsilyasi 50-60 g/l ni tashkil etadi. Vannadagi kerakli elektrolit tarkibi bir xil ushlab turilishi kerak. Buning uchun vannani rux sulfatni konsentrlangan neytral eritmasi bilan ta'minlab turish talab etiladi va shunga ko'ra elektrolitni sirkulyasiyalash tezligi tanlanadi. Normal elektrolizda temperatura 35-40⁰S da ushlab turiladi. Temperaturaning ortishi tok bo'yicha chiqishni kamaytiradi, shuning uchun joulli issiqlikni kamaytirish uchun elektrolit sovutiladi. Buning uchun xar qaysi vannani qo'rg'oshinli sovutkich 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 tonna rux uchun sarflangan energiya 3000-3500 kvт-soatga teng bo'ladi. Olingan ruxning tozaligi 99,7-99,99% ni tashkil etadi.

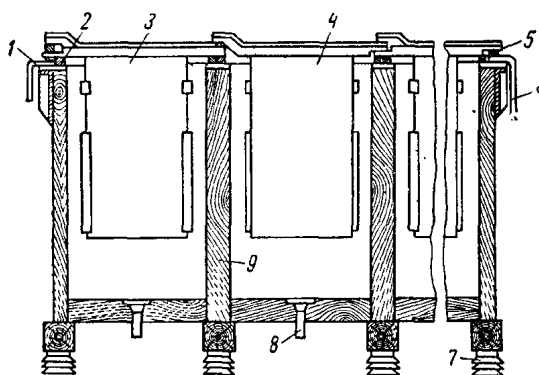
Rux sulfatni elektroliz qilish amaliyotida elektrolitdagi sulfat kislota konsentratsilyasi 250 g/l bo'lgan jadallashtirilgan deb ataluvchi jarayon ham ma'lum. Lekin bu jarayonni yuqori tok zichligida olib borish maqsadga muvofiq. Tok zichligini ortishi elektr energiya zichligini oshirmaydi chunki elektrolit 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 2-3m, 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 ketishini oldini olish uchun maxsus plankalar keydiriladi. Rux sutkasiga bir marta ajratib olinadi.



Temir betonli vanna

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



Quyidagi 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'chinch qayqori quvvatlarga mo'ljallab quriladi. Elektrolizyordagi yuklanish 13500 A gacha etishi mumkin.

Nodir metallar elektrolizi.

Nodir yoki qimmatbaho metallar chiroyli tashqi ko'rinishga ega bo'lgan buyumlar bo'lib, ular oksidlanmaydi va korroziyaga uchramaydi. Asosiy nodir metallarga kumush, oltin, platina va platina guruhi metallari (ruteniy, rodiy, palladiy, osmiy, iridiy) ba'zan platina guruhi nodir metallarida ikkita triadaga bo'lib o'rganiladi. Ulardan ruteniy, rodiy, palladiylar engil, platina, iridiy va osmiylar og'ir platina elementlari hisoblanadi.

Umumiy ma'lumotlar.

Nodir metallar er qobig'ida kam ekanligi va qazib olishning qiyinligi hamda korroziyaga yuqori bardoshligi tufayli jahon narxlari ekvivalenti bo'lib kelmoqda. Nodir metallar tug'ma (ayniqsa oltin va platina) va ko'pgina minerallar tarkibida uchraydi kumushning ko'proq tarqalgan minerali argentit Ag_2S bo'lib, uning tarkibida qo'rg'oshin, rux va mis metallari bo'ladi.

Nodir metallarni qazib olish boshqa metallarni ajratib olishda oraliq mahsulot sifatida hamda tug'ma va ma'danli qazilmalardan ham ajratib olinadi.

Oltinning asosiy qismi tug'ma sochilgan holdagi materiallardan olinadi. Kumush va platinoidlarning olishning asosiy manbai aksincha, mis, nikel, qo'rg'oshin va boshqa metallar metallurgiyasining qo'shimcha mahsulotlari sifatida uchraydi.

4. MUSTAQIL TA'LIM MASHG'ULOTLARI

Talabalar mustaqil ishlarining mazmuni va asosiy shakllari

«Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» fani bo'yicha talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish ularda iqtisodiy bilim, dunyoqarash, ijtimoiy faollik va mustaqil fikrlashni shakllantirishga qaratilgan tadbirlar tizimini o'z ichiga oladi. U o'quv rejasi va fanlar dasturlarida ko'zda tutilgan zarur bilimlar va ko'nikmalarning talabalar tomonidan oqilona, kam vaqt va kuch sarflab o'zlashtirilishini ta'minlaydi.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi fanini o'qitish jarayonini takomillashtirish, talabaning qiziqishlarini, anglash faolligini va mustaqil ishlarini rivojlantirish yo'nalishida boradi, bunda ijodiy fikrlash, mustaqil o'qish, ko'nikma va layoqatlari shakllanadi.

Talaba mustaqil ishi – muayyan fandan o'quv dasturida belgilangan bilim, ko'nikma va malakaning ma'lum bir qismini talaba tomonidan fan o'qituvchisi maslahati va tavsiyalari asosida auditoriya va auditoriyadan tashqarida o'zlashtirishga yo'naltirilgan tizimli faoliyatdir.

Mustaqil ishni bajarishdan **asosiy maqsad** – «Kimyoviy texnologiya» kafedrasida professor-o'qituvchilarining bevosita rahbarligi va nazorati ostida talabalarni semestr davomida fanni uzluksiz o'rganishini tashkil etish, olingan bilim va ko'nikmalarni yanada mustahkamlash, kelgusidagi darslarga tayyorgarlik ko'rish, aqliy mehnat madaniyatini, yangi bilimlarni mustaqil ravishda izlab topish va qabul qilishni shakllantirish hamda ushbu tariqa institutda raqobatbardosh kadrlarni tayyorlashga erishishdan iborat.

Mustaqil ish uchun beriladigan topshiriqlarning shakli va hajmi, qiyinchilik darajasi semestrda ko'nikmalar hosil bo'lishiga muvofiq ravishda o'zgarib, oshib borishi lozim. YA'ni, talabalarning topshiriqlarni bajarishdagi mustaqilligi darajasini asta-sekin oshirib, ularning topshiriqlarni bajarishga tizimli va ijodiy yondoshishga o'rganib borishi kerak.

«Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» fani bo'yicha talabalar mustaqil ishini tashkil etishda talabaning akademik o'zlashtirish darajasi va qobiliyatini hisobga olgan holda **quyidagi shakllardan** foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- kompyuter texnologiyalari tizimlari bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha referat va konspektlar tayyorlash;
- talabaning o'quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan adabiyotlar, monografiya va ilmiy to'plamlarni chuqur o'rganish;
- masofaviy ta'limni tashkil etishda qatnashish;
- maket, model va namunalar yaratish;
- ilmiy maqola, anjumanga ma'ruza tayyorlash.

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1	Suvli eritmalarning elektrolizi
2	Og'ir suv olish texnologiyasi

3	Galogenidlarni elektrokimyoviy usullar yordamida ishlab chiqarish
4	Elektrokimyoda qo'llaniladigan elektrolitlar va erituvchilar
5	Xlorat va perxloratlarni ishlab chiqarish
6	Vodorod peroksidini ishlab chiqarish
7	Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish
8	Kaliyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish
9	Qotishmalarni elektroliz yordamida ishlab chiqarish
10	Gidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi
11	Metallarni gidrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish

Fan bo'yicha talabanning 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. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas. 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.

II. GLOSSARIY

“ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQRISHLAR TEXNOLOGIYASI” 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 qutbga 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 molekullarni tashkil etgan bo'linmaydigan juda mayda zarrachalar.

Vodorod ko'rsatgichi – eritmadagi vodorod ionlari konsentrasiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmidir.

$$pH = - \lg [H^+]$$

Galvanoplastika – elektroliz yordamida metall nusxalar olish usuli.

Galvanostegiya – narsalar sirtini elektroliz yordamida metall qavati bilan qoplash usuli.

Geterojen – tarkibi jihatdan turlicha, ya'ni bir jinsli emas, ko'p jinsli.

Geterojen 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 konsentrasiyasining manfiy ishora bilan olingan o'nlik logarifmiga teng qiymatidir:

$$pOH = - \lg [OH^-]$$

Dissosilanish – qaytar jarayon: molekullarning 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 molekullardan ion va elektronlarning hosil bo'lishi.

Kation – musbat zaryadlangan ion.

Qaytarilish – atom, molekula yoki ionning elektron biriktirib olish jarayonidir. Elektronlarni biriktirib oladigan atom, molekula yoki ionlar oksidlovchilar deyiladi.

Katod – doimiy tok manbaining manfiy qutbga 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.

Kontsentrasiya – eritmaning yoki gazning hajm birligidagi modda miqdori.

Kontsentrlangan 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 kontsentrasiyasi 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 molekularlarning qancha qism ion holda ekanligini ko'rsatuvchi kattalikdir.

Elektrolitlar - ikkinchi tur o'tkazgichlar – molekulari 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.

Elektrokimyo – fizik kimyoning fizik-kimyoviy sistemalarga elektr toki ta'sirini va kimyoviy protsesslarda elekt energiyasi vujudga kelishi hodisalarini o'rganadigan qism.

Elementar zarrachalar – moddalarni tashkil etgan eng oddiy zarrachalar – foton, elektron, pozitron, neytron, mezon va boshqalar.

Ekzotermik reaksiya – issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar.

Ekstraksiyalash - moddalarni aralashmalardan erituvchilar yordamida ajratib olish, bu usul aralashma komponentlari eruvchanligining turlicha bo'lishiga asoslangan.

Emulsiya – ichida ikkinchi suyuqlikning mikroskopik zarrachalari muallaq holda bo'ladigan suyuqlik.

Endotermik reaksiya - issiqlik yutilishi bilan boradiga

III. ILOVALAR
1. O'QUV DASTURI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI



"TASDIQLAYMAN"

TKTI rektori B. Sh. Usmonov

2020 yil "28" 08



"KELISHILDI"

Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

2020 yil "7" 12

Ro'yxatga olindi: № BD – 5320400 – 3.02

2020 yil "30" 10

ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQUARISHLAR TEXNOLOGIYASI

FAN DASTURI

Bilim sohasi:	100000	–	Gumanitar soha
	300000	–	Ishlab chiqarish texnik soha
Ta'lim sohasi:	110000	–	Pedagogika
	320000	–	Ishlab chiqarish texnologiyalari
Ta'lim yo'nalishlari:	5111000	–	Kasb ta'limi (5320400 – Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha))
	5320400	–	Kimyoviy texnologiya (elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar)

TOSHKENT – 2020

Fan dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha O'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi Kengashning 2020 yil "30" 10 dagi 6 -sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020 yil "7" 12 dagi 648 -sonli buyrug'i bilan ma'qullangan fan dasturlarini tayanch oliy ta'lim muassasasi tomonidan tasdiqlashga rozilik berilgan.

Fan dasturi Toshkent kimyo-texnologiya institutida ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

- Raxmatov B.R. – Silikat materiallar va nodir, kamyob metallar texnologiyasi kafedrasida assistenti.
- Yaxyayev U.A. – Silikat materiallar va nodir, kamyob metallar texnologiyasi kafedrasida assistenti.

Taqrizchilar:

- Safarov YO.T. – TKTI, NMKTF "Noorganik, analitik, fizikaviy va kolloid kimyo kafedrasida" kafedra mudiri Dots.
- O'roqov X.S. – "FOTON" AJ, Bosh muxandisi

Fan dasturi Toshkent kimyo texnologiya instituti Kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (2020 yil "28" 08 dagi "1" -sonli bayonnomasi).

I. O'quv fanining dolzarbligi va oliy kasbiy ta'limdagi o'rni

Mineral xom ashyoni chuqur qayta ishlashga yo'naltirilgan ishlab chiqarishlarini modernizatsiya qilish, texnik yangilash va diversifikatsiya qilish, innovatsion texnologiyalarni keng joriy etish davlatimiz iqtisodiyotini mustaxkamlash yo'lidagi muhim qadamlardan biri hisoblanadi.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi fanining o'quv dasturi elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar sanoati uchun zarur bo'lgan texnologiyalarining: suvli eritmalarning elektrolizi; xlor va kaustik sodani elektrolitik ishlab chiqarish; oksidlanish mahsulotlarini 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 jarayenlarini o'z ichiga olgan bo'limlaridan tashkil topgan.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi fani ixtisoslik fanlari majmuasiga taalluqli bo'lib, talabalar uni VI va VII semestrlarda o'rganishadi. Bu dasturni amalda bajarish uchun talabalar o'rta-maxsus bosqichida va bakalavriatning matematik va tabiiy-ilmiy fanlari va umumkasbiy fanlaridan olgan bilim va ma'lumotga ega bo'lishlari shart.

Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi fani "Oliy matematika", "Fizika", "Umumiy va noorganik kimyo", "Organik kimyo", "Analitik kimyo", "Materialshunoslik", "Nazariy elektrokimyo" va boshqa fanlar bilan bevosita bog'liq bo'lib kimyoviy texnologiya yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini olishda asosiy fanlardan biri bo'lib hisoblanadi.

II. O'quv fanning maqsadi va vazifasi

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 mahsulotlarini 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 jarayenlarini 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 yecha olishga yetarli bo’lgan texnologik usullarni egallashga va uni qo’llashga, shuningdek, texnologik masalalarning dastlabki tizimini tuzish va tahlil qilishga o’rgatishdan iborat.

Fan bo’yicha talabalarning bilim, ko’nikma va malakalariga quyidagi talablar qo’yiladi. **Talaba:**

- elektrokimyoviy qonuniyatlar, tok hosil bo’lish jarayonlari;
- elektrokimyoviy usullar yordamida turli xil funksional materiallar olish;
- elektr tok manbalari;
- elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonalari, yetakchi 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 to’g’ri tanlab ratsional tizimlarni shakllantirish, ishlatish va boshqarish **ko’nikmalariga ega bo’lishi kerak**.

III. Asosiy nazariy qism (ma’ruza mashg’ulotlari)

Fanga kirish. “Elektrokimyoviy ishlab chiqarishlar texnologiyasi” fanning predmeti va vazifalari. Elektrokimyoviy tizimlar. Asosiy tushuncha va tamoyillar. Ishlab chiqarishning asosiy usullari va jarayonlari.

1-Modul. Suvli eritmalarning elektrolizi

Suv elektrolizi. Vodorod va kislorodning xossalari va qo’llanilishi. Vodorod va kislorodning olish usullari. Suv elektrolizida jarayonning nazariyasi. Kuchlanish balansi. Material, issiqlik va energiya balansi. Elektrodning tuzilishi va elektrolizerlarning turlari.

Xlor va kaustik sodani elektrolitik ishlab chiqish. Umumiy ma’lumotlar. Xlor va uyuvchi natrni ishlab chiqish. Ishlab chiqarish xom ashyolari. Osh tuzini qattiq elektrod bilan elektroliz nazariyasi. Diafragmalı elektrolizerlar. Texnologik tizimlari.

Oksidlanish mahsulotlarini ishlab chiqarish. Oksidlanish-qaytarilish jarayonlari. Oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga turli xil omillarning ta'siri.

Natriy gipoxloridini ishlab chiqarish. Natriy gipoxloridining xossalari, qo'llanilishi va ishlab chiqarish. Elektrolitik ishlab chiqarish. Elektrolizerlar. Ishlab chiqarish texnologik tizimi.

Xlorat va perxloratlarni olish. Xlorat va perxloratlarning xossalari, qo'llanilishi va olish usullari. Xlorat va perxloratlarni olish elektrolizerlari. Xlorat va perxloratlarni ishlab chiqarish texnologik tizimlari.

Vodorod peroksidini ishlab chiqarish. Xossalari va qo'llanilish soxalari. Vodorod peroksidini olish usullari. Konsentrlangan vodorod peroksidini olish. Texnologik tizimlari.

Noorganik moddalarni ishlab chiqarish. Permanganatlar va marganes oksidining xossalari, qo'llanilish soxalari. Kombinatsiyalangan ishlab chiqarish usullari. Elektrolizerlar. Ishlab chiqarish texnologik tizimlari. Ferromarganesdan ishlab chiqarish texnologik tizimi.

2-Modul. Suyultmalarda elektroliz

Natriy ishlab chiqarish. Xossalari, qo'llanilishi va ishlab chiqarish usullari. O'yuvchi natrdan natriyni ishlab chiqarish. Elektrolizerlarning konstruksiyasi va jarayon texnologiyasi. Natriy xloriddan natriy ishlab chiqarish. Elektrolizerlarning issiqlik va moddiy balansi.

Kaliy ishlab chiqarish. Xossalari, qo'llanilishi va ishlab chiqarish usullari. Kaliyni kimyoviy ishlab chiqarish usullari. Elektrolizerlarning konstruksiyasi va jarayon texnologiyasi. Natriy va kaliy ishlab chiqarishda texnika xavfsizligi qoidalari.

Ftorni elektrolitik ishlab chiqarish. Xossalari, qo'llanilishi, ishlab chiqarish usullari. Elektrolizerlarning konstruksiyasi. Elektroliz texnologiyasi. Ftorni tozalash, tashish va saqlash. Ftor ishlab chiqarish texnologik tizimi. Texnika xavfsizligi.

Alyuminiy va magniyni elektrolitik ishlab chiqarish. Xossalari, qo'llanilishi va ishlab chiqarish usullari. Alyuminiy va magniyni ishlab chiqarish uchun xom ashyo va ularni tayyorlash. Alyuminiy va magniy ishlab chiqarish uchun elektrolizerlar va texnologik tizimi.

3-Modul. Hidroelektrometallurgiya

Jarayon asoslari. Misni elektroliik rafinatsiyalash. Kumushni elektrolitik rafinatsiyalash. Oltin, rux, nikel, kobal va boshqa metallarni elektrolitik rafinatsiyalash.

IV. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Talaba amaliy mashg'ulotda misol va masalalar yechadi. Amaliy mashg'ulotlarda yechiladigan misol va masalalar quyidagi prinsiplarga asosan tanlanadi: tipik misol va masalalarni yechishga malaka hosil qildiruvchi, fanning mohiyatini anglatuvchi va mavzular orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi ma'lum miqdordagi misol va masalalar tanlanadi.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Ma'ruza mashg'ulotlarida olgan bilim va ko'nikmalarni misol va masalalar yechish bilan mustaxkamlaydilar hamda yanada boyitadilar. Bunga jamoa bo'lib mashq qilish yo'li bilan va mustaqil ishlash yo'li bilan erishiladi. Mustaqil ishlashda darsliklarni, o'quv qo'llanmalarni, uslubiy qo'llanmalarni, tarqatma va ko'rgazmali ashyolarni ahamiyati kattadir.

Amaliy mashg'ulotlar uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Noorganik moddalarnielektrolitik usulda ishlab chiqarish texnologik tizimlari;
2. Mineral tuzlarni elektrolitish ishlab chiqarish texnologik tizimlari;
3. Suyultmalarda moddalarni elektrolitik olish texnologik tizimlari;
4. Qo'llaniladigan elektrolizerlarning hisobi;
5. Gidrometallurgiyada elementlarni elektrolitik usulda ajratib olish texnologik tizimlari.

V. Laboratoriya ishlar bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Fan bo'yicha o'tkaziladigan laboratoriya ishlari talabalarda kamyob va radioaktiv elementlar kimyosi va texnologiyasi bo'yicha amaliy ko'nikma va malaka hosil qilishda ko'maklashadi.

Laboratoriya ishlarini tashkil qilish bo'yicha professor-o'qituvchilar tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Ma'ruza mashg'ulotlarida olgan bilim va ko'nikmalarini bevosita amaliyotda bajarish natijasida mustaxkamlaydilar.

Laboratoriya mashg'ulotlari uchun quyidagi mavzular tavsiya etiladi:

1. Xossalari bir biriga yaqin elementlarni elektrolitik usulda ajratib olish;
2. Eritmalardan kamyob elementlarni elektroliz usulida ajratib olish;
3. Rangli metallarni elektrolitik usulda ajratib olish;
4. Natriy gipoxloridini elektrolitik usulda olish.

VI. Kurs loyihasini tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Kurs loyihasining maqsadi talabalarni mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirish, olgan nazariy bilimlarini qo'llashda amaliy ko'nikmalar hosil qilish, bevosita ishlab chiqarishdagi real sharoitlarga mos texnik yechimlar qabul qilish va zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llash ko'nikmalarini hosil qilishdir.

Kurs loyihasi mavzulari bevosita ishlab chikarish korxonalari texnologik jarayonlariga bog'liq xolda, aniq bir element ishlab chiqarish sharoiti uchun belgilanadi. Kurs loyihasining mavzulari umumiy talabalar sonidan 20-30% ko'proq oldinlan tayyorlanadi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi.

Kurs loyihasi ob'ekti sifatida sex yoki bo'linma sharoitlarida ishlatiladigan biror bir qurilma yoki uskuna xizmat qiladi. Aniq bir texnologik jarayon uchun mos keluvchi qurilma texnik va texnologik asoslangan xolda tanlanadi, hisoblanadi va texnik-iqtisodiy baholanadi. Kurs loyihasining hisob-grafik ishlari zamonaviy kompyuter dasturlarida bajariladi. Kurs loyihasining grafik qismi 1 ta A1 formatdagi chizmadan iborat bo'lib texnologik tizimning umumiy sxemasidan tashkil topadi.

Kurs ishlarining kengaytirilgan mavzulari va ularni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar pedagoglar tomonidan aloxida uslubiy ko'rsatma ko'rinishida ishlab chiqilishi tavsiya etiladi.

Kurs loyihasi uchun tahminiy mavzular:

- Zamonaviy qo'ng'iroqsimon vannalar va ularning hisobi
- Zamonaviy barabanli vannalar va ularning hisobi
- Statsionar vannalarni turlari va tashqi o'lchamlarining hisobi
- Zamonaviy avtomatik galvanik tizimlar va ularning hisobi
- Galvanik sexlardan zararli gazlardan tozalovchi ventilyatsiya tizimi va ularning hisobi
- Metallash vannalaridan chiqadigan suyuq chiqindilarni utilizatsiya qilish usullari va ularning hisobi
- Metallash vannalaridan chiqadigan qattiq chiqindilarni utilizatsiya qilish usullari va ularning hisobi
- Elektrokimyoviy yog'sizlantirish jarayoni va uning hisobi
- Kimyoviy metallash jarayoni va uning hisobi
- Elektrokimyoviy metallash jarayoni va uning hisobi

VII. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar

Elektrokimyoviy texnologiya asoslaridan o'rganuvchi talabalar auditoriyada olgan nazariy bilimlarini mustaxkamlash va texnologiyadagi amaliy masalalarni yechishda ko'nikma hosil qilish uchun mustaqil tizimiga asoslanib, kafedra o'qituvchilari rahbarligida, mustaqil ish bajaradilar. Bunda ular qo'shimcha adabiyotlarni o'rganib hamda internet saytlaridan foydalanib referatlar va ilmiy maqolalar tayyorlaydilar, amaliy mashg'ulot mavzusiga doir uy vazifalarini bajaradilar, ko'rgazmali qurollar va slaydlar tayyorlaydilar.

Talaba mustaqil ta'limining asosiy maqsadi – o'qituvchining rahbarligi va nazoratida muayyan o'quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish.

Talaba mustaqil ishini tashkil etishda quyidagi shakllardan foydalaniladi:

- darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan mavzularini o'rganish;
- tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruzalar qismini o'zlashtirish;
- kompyuter texnologiyalari tizimlari bilan ishlash;
- maxsus adabiyotlar bo'yicha referat va konspektlar tayyorlash;
- talabaning o'quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq bo'lgan adabiyotlar, monografiya va ilmiy to'plamlarni chuqur o'rganish;
- masofaviy ta'limni tashkil etishda qatnashish;
- maket, model va namunalarni yaratish;
- ilmiy maqola, anjumanga ma'ruza tayyorlash va h.k.

Mustaqil ta'lim uchun tavsiya etilayotgan mavzular:

1. Suvli eritmalarning elektrolizi;
2. Og'ir suv olish texnologiyasi;
3. Galogenidlarni elektrokimyoviy usullar yordamida ishlab chiqarish;
4. Elektrokimyoda qo'llaniladigan elektrolitlar va erituvchilar;
5. Xlorat va perxloratlar ishlab chiqarish;
6. Vodorod peroksidini ishlab chiqarish;
7. Natriyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish;
8. Kaliyni elektrolitik usulda ishlab chiqarish;
9. Qotishmalarni elektroliz yoramida ishlab chiqarish;
10. Hidrometallurgiya jarayonlari nazariyasi;
11. Metallarni giroelektrometallurgiya usullari yordamida ishlab chiqarish.

VIII. Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbaalari

Asosiy adabiyotlar

1. Antropov L.I. Teoreticheskaya elektroximiya. Uchebnik dlya vuzov. – M.: Visshaya shkola, 2004. – 519 s.
2. Damaskin B.B., Petriy O.A. Osnovi teoreticheskoye elektroximii. Uchebnik dlya vuzov. – M.: Visshaya shkola, 2005. – 239 s.
3. Rotinyan A. K. i dr. Teoreticheskaya elektroximiya. Uchebnik dlya vuzov. – L.: Ximiya, 2001. – 423 s.
4. Belyayeva L.V. Rukovodstvo k laboratornym rabotam po elektroximii. Uchebnoye posobiye dlya vuzov. – M.: Ximiya, 1972. – 167 s.
5. Kubasov V.L., Zareskiy S.A. Osnovi elektroximii. – M.: Ximiya, 1985. – 168 s.

Qo'shimcha adabiyotlar

6. Yersov V.A., Donesk Ya.B., Jilov G.M. Teoreticheskoye osnovi ximicheskoy elektrotermii. – M.: Ximiya, 1978. – 180 s.
7. Damaskin B.B. Prinsipi sovremennix metodov izucheniya elektroximicheskix reaksiy. – L.: Ximiya, 1965. – 225 s.
8. Grilixes S.Ya. Oksidirovaniye i fosfirovaniye metallov. – L.: Mashinostroyeniye, 1976. – 208 s.
9. Serebryaniy L.A. Bezopasnost truda pri nanesenii galvanicheskix pokritiy. – M.: Mashinostroyeniye, 1980. – 70 s.
10. Vyachislavov P.M. Elektrolizicheskoye osajdeniye splavov. – M.: Mashinostroyeniye, 1977. – 92 s.

Internet saytlari

11. www.gov.uz – O'zbekiston Respublikasi xukumat portali.
12. www.lex.uz - O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
13. <http://ziyonet.uz/>
14. <http://www.sciencedirect.com/>
15. <http://www.chem.msu.su/>
16. <http://agmk.uz/>
17. <http://ngmk.uz/>
18. <http://www.uz/>
19. <http://www.chem.vsu.ru/sorbcer/index.htm>

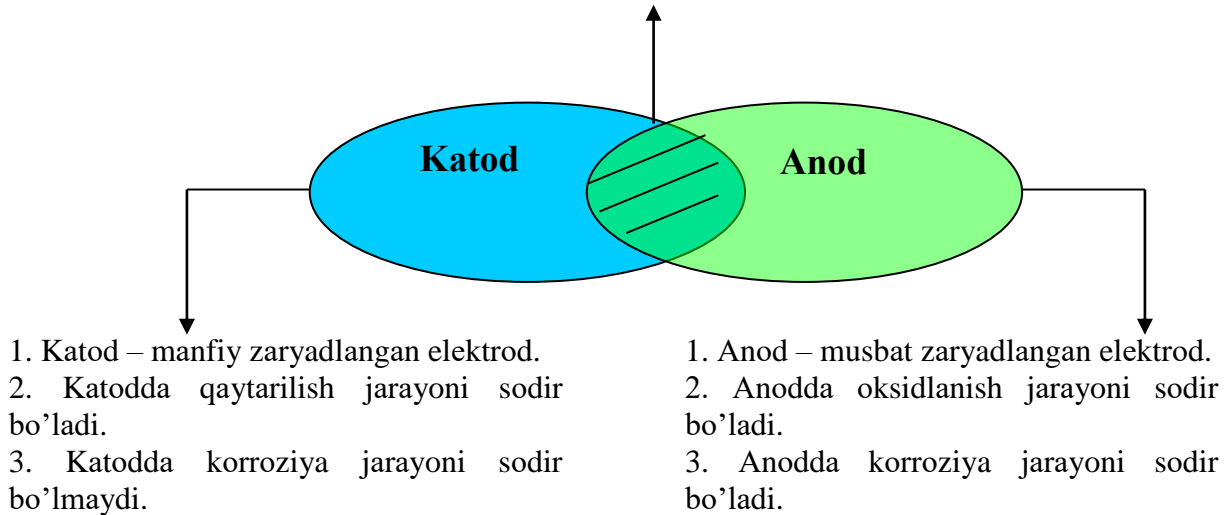
1. TARQATMA MATERIALLAR

“VENN DIAGRAMMASI” METODI

Elektroliz jarayonida elektrolarni Venn diagrammasi yordamida solishtirish.

Umumiy jihatlari

1. Ikkalasidan ham elektrolizda elektrod sifatida foydalaniladi.
2. Bir-birisiz ishlay olmaydi.
3. Oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sodir bo'ladi.
4. Ular orqali elektrokimyoviy jarayonda elektrolitga elektr toki beriladi.



“Diafragma” so'ziga tuzilgan “Sinkveyn” usuli

1. Diafragma
2. G'ovakli, membranali
3. Asbest va polimerlardan yasaladi
4. Elektrolizda katod va anodda ajraladigan gazlarni aralashishiga yo'l qo'ymaydi
5. Separator



“Suvli eritmalar elektrolizi” mavzusida assesment



1. Тест

1. Электролизда катодда қандай жараён содир бўлади?

- A) қайтарилиш
- B) диссоциаланиш
- C) оксидланиш
- D) жараён бормади



3. Қиёсий таҳлил

Эритмада ва суюқланмада борадиган электролиз жараёнинг “Венн” диаграммаси ёрдамида таққосланг.



2. Тушунча таҳлили

Диафрагма бу – ...



4. Амалий кўникма

Қалай (II) хлорид ва мис (II) сульфатларнинг электролиз схемаларини тузинг.

“Xlor va ishqorni elektrolitik usulda olish” mavzusida assesment



1. Тест

1. Электролитик усулда хлор ва ишқор олиш учун қандай электрод қўлланилади?

- A) мис
- B) графит
- C) рух



3. Қиёсий таҳлил

Графит ва платина электродларининг қиёсий таҳлили.



2. Тушунча таҳлили

Электролиз бу – ...



4. Амалий кўникма

NaCl эритмаси ва суюқланмасини электролиз схемаларини тузинг.



1. Тест

1. Электролитик усулда хлор ва ишқор олиш учун асосий хом ашё?

- A) натрий хлориднинг эритмаси
- B) натрий хлорининг суюқланмаси
- C) хлорид кислота



3. Қиёсий таҳлил

Электрокимёвий ва кимёвий усулда олишнинг қиёсий таҳлили.



2. Тушунча таҳлили

Электрод бу – ...



4. Амалий кўникма

Хлор ва ишқорларнинг хоссалари ва қўлланилиш соҳаларини Кластер методини қўллаган ҳолда изоҳланг.

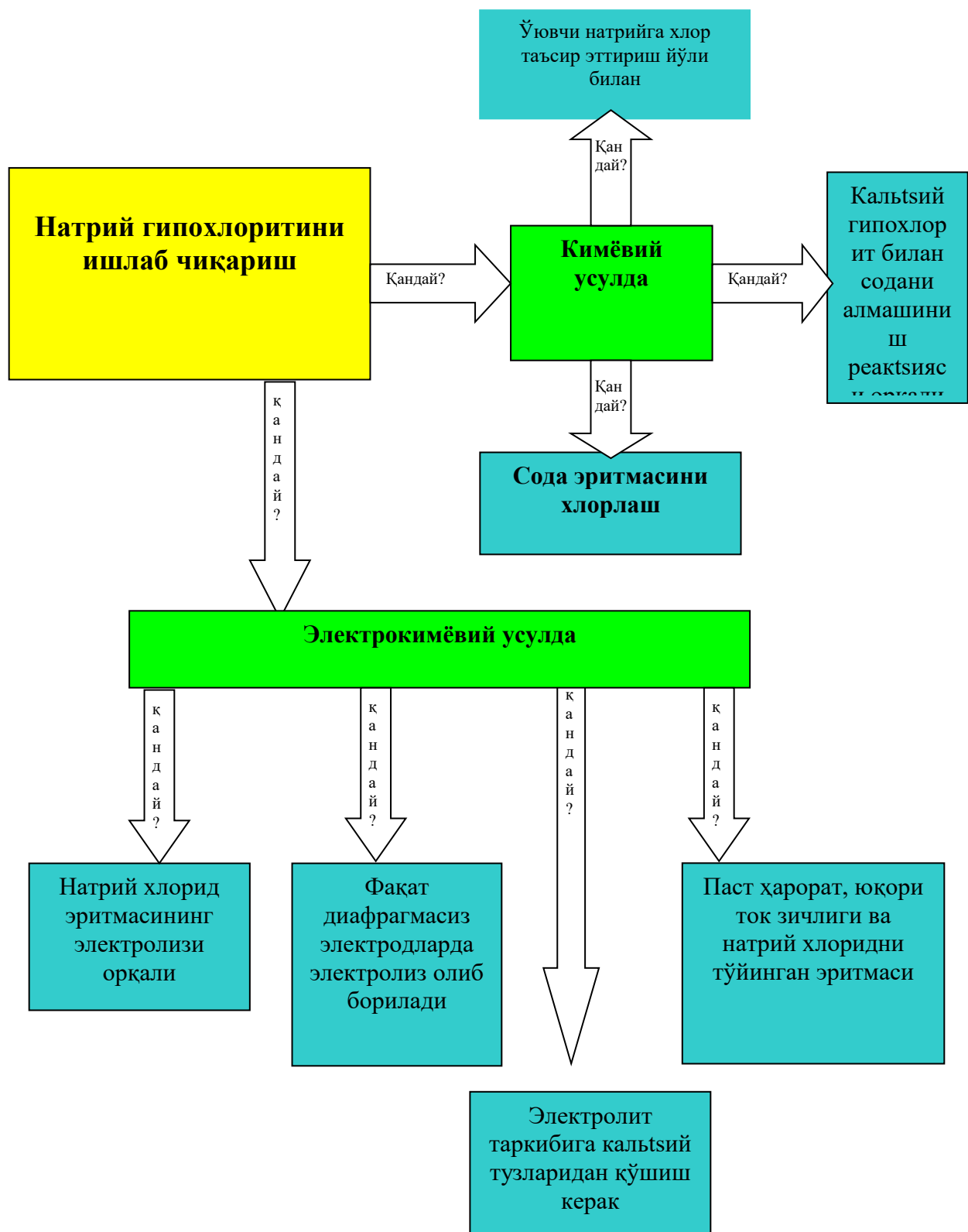
Amaliy mashg'ulotlar uchun uslubiy ishlanmalar

Tushunchalar taxlili metodi

№	Tushunchalar	Ularning tahlili
1	<i>Elektroliz jarayoni</i>	
2	<i>Elektrod</i>	
3	<i>Katod</i>	
4	<i>Anod</i>	
5	<i>Elektrolit</i>	
6	<i>Diafragma</i>	
7	<i>Faradeyning birinchi qonuni</i>	
8	<i>Faradeyning ikkinchi qonuni</i>	
9	<i>Yashil elektrod</i>	
10	<i>Grafit elektrod</i>	
11	<i>Oksidlanish</i>	
12	<i>Qaytarilish</i>	
13	<i>kation</i>	
14	<i>Anion</i>	
15	<i>Zaryadlangan zarrachalar</i>	
16	<i>Ionlar</i>	
17	<i>Rafinlash</i>	
18	<i>Namokob</i>	
19	<i>Gidroelektrometallurgiya</i>	
20	<i>Aktivlik qatori</i>	

Eritma va suyuqlanma elektrolizini Venn diagrammasi yordamida qiyosiy tahlilini o'tkazish.



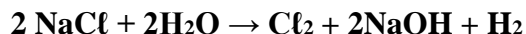


Ishlab chiqilgan keyslar va multimedia materiallari

1. Keyslar

1-Keys – stadi. Xlor va ishqorni elektrolitik usulda olish

Kirish. Elektrokimyoviy usulda xlor olish osh tuzi suvli eritmasini elektroliziga asoslangan. Umumiy ko'rinishda reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



Elektroliz natijasida xlordan tashqari **NaOH** (kaustik soda) va vodorod ham hosil bo'ladi. Bu mahsulotlar ham kimyo va boshqa sanoat sohalari uchun qimmatbaho xom-ashyo hisoblanadi.

Namokob tayyorlash. Tabiiy tuz tarkibida har doim kaltsiy va magniy birikmalari bo'ladi, bu diafragmaning tezda bitib qolishga olib keladi. Sulfat-ionlar qatnashishi ham yaxshi ta'sir etmaydi. Ko'rsatib o'tilgan aralashmalar eritmani tozalash yo'li bilan yo'qotish zarur va ularning miqdori quyidagidan **5 mg/l Ca²⁺, 1,0 mg/l Mg²⁺ va 5 mg/l SO₄²⁻** oshishi mumkin emas.

Ca²⁺ va Mg²⁺ ionlarini **NaOH** o'yuvchi ishqor va **NaHCO₃**, soda bilan eritmani qayta ishlab, erimaydigan tuzlari **CaCO₃** va **Mg(OH)₂** ko'rinishida hosil qilinib cho'ktirib tozalanadi. Kaltsiy karbonat yuqori temperaturada kam eruvchan va cho'ktirish 40-70 °S da oddiy sharoitda olib boriladi. Bu temperaturada cho'kindining yirik kristallarini engil ajratishga imkon yaratadi.

Sulfatlar erimaydigan **bariyli tuzlar** ko'rinishida yo'qotiladi, eritmaga **bariy xlorid** yoki **bariy gidroksid** kiritib hosil qilinadi. Namokobni tozalash uzluksiz ishlovchi tindiruvchi maxsus qurilmada amalga oshiriladi. Tozalangan namokob to'liq tindiriladi, qizdiriladi, kislota bilan neytrallab elektrolizga beriladi.

Keys stadidagi asosiy muammo: elektrolizyor diafragmalarning to'lib qolishi. Sifatli mahsulotlar olish uchun elektroliz jarayonlari bo'yicha aniq tavsiyalar berish.

Elektrolizyor diafragmasining xizmat muddati

Qurbonov Nodir Jizzax maxsus industrial zonasida kichik elektrokimyoviy ishlab chiqarish korxonasida texnolog bo'lib ishlaydi. Korxonada osh tuzi eritmasini diafragmali elektrolizyorlarda elektroliz qilish orqali vodorod, xlor va ishqor ishlab chiqariladi. Biroq ishlab chiqarish jarayonida elektrolizyor diafragmalarini g'ovaklari to'lib qolib, deyarli har hafta tozalashga to'g'ri kelmoqda. Bu jarayon esa albatta ishlab chiqarishga ta'sir etadi. Chunki ajralib chiqayotgan gazlarning aralashib ketishi katta xavf olib keladi, bundan tashqari diafragmani har hafta tozalash yana ortiqcha mehnat va vaqt talab qiladi. Elektrolizyor diafragmasining bunday holatga kelib qolishiga nima sabab bo'lmoqda. Bu holat uni juda o'ylantirib qo'ydi. Buning sabablari nimada, nima qilsa u elektrolizyorning ishlash muddatini uzaytiradi. Bu muammoni u qanday hal qiladi.

Savollar

1. Qurbonov Nodirning ishlab chiqarishida qanday muammo paydo bo'ldi?
2. Ushbu muammoning echimi eng avval nimaga borib taqaladi?
3. Elektrolizyor diafragmasining to'lib qolishi tok kuchiga bog'liqmi?
4. Elektrolizyor diafragmasi g'ovaklarining to'lib qolishi elektrodلarga bog'liqmi?
5. Qanday elektrodlardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi?
6. Diafragmaning buzilishi elektrolit tarkibiga bog'liqmi?
7. Diafragmaning bitishi elektroliz jarayonining temperaturasiga bog'liqmi?
8. Diafragmaning g'ovaklarining bitib qolishi eritmaga bog'liqmi?
9. Eritmaning muxiti diafragma g'ovaklarining bitishiga ta'sir qiladimi?
10. Qanday tarkibli diafragmadan foydalansa maqsadga muvofiq bo'ladi?
11. Sizning fikringizcha qanday echimni qo'llashi zarur. Nima uchun?
12. Siz qaysi echimni tanlagan bo'lar edingiz?

Amaliy vaziyatni bosqichma-bosqich tahlil qilish va hal etish bo'yicha o'quvchilarga metodik ko'rsatmalar

Keys-stadini echish bo'yicha individual ish yo'riqnomasi

1. Avvalo, keys-stadi bilan tanishing. Muammoli vaziyat haqida tushuncha hosil qilish uchun bor bo'lgan butun axborotni diqqat bilan o'qib chiqing. O'qish paytida vaziyatni tahlil qilishga harakat qiling.

2. Vaziyatdan keyingi savollarga javob bering.

3. Ma'lumotlarni yana bir marotaba diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muhim bo'lgan satrlarni quyidagi harflar yordamida belgilang:

“**D**” (dalil) harfi – gipoxlorit unumining kamayishi, eritmada gidroksoniy ionlarining ortishi, eritma kislotaliligini ortishi ortishi, jarayonda haroratning ortishi, xloratning hosil bo'lishi.

“**S**” (sabab) harfi – katodda xloratning qaytarilishi, anodda erkin kislorodning ajralishi, gipoxlorit ionlarining ortishi va katodda xloratning qaytarilishi.

“**M.E.**” (muallif echimi) harflari - muallif tomonidan taklif etilgan echim (Texnologik jixozdan foydalanish talablariga to'liq rioya qilish)

4. Yana bir bor savollarga javob berishga harakat qiling.

Guruhlarda keys-stadini echish bo'yicha yo'riqnomasi

1. Vaziyatlar bilan tanishib chiqing.
2. Guruh sardorini tanlang.

Muammoni tahlil qilish va echish jadvali

Muammoni tasdiqlovchi dalillar	Muammoni kelib chiqish sabablari	Guruh echimi
Elektrolizyor diafragmasining g'ovaklarini to'lib qolishi		

Keys bilan ishlash jarayonini baholash mezonlari va ko'rsatkichlari

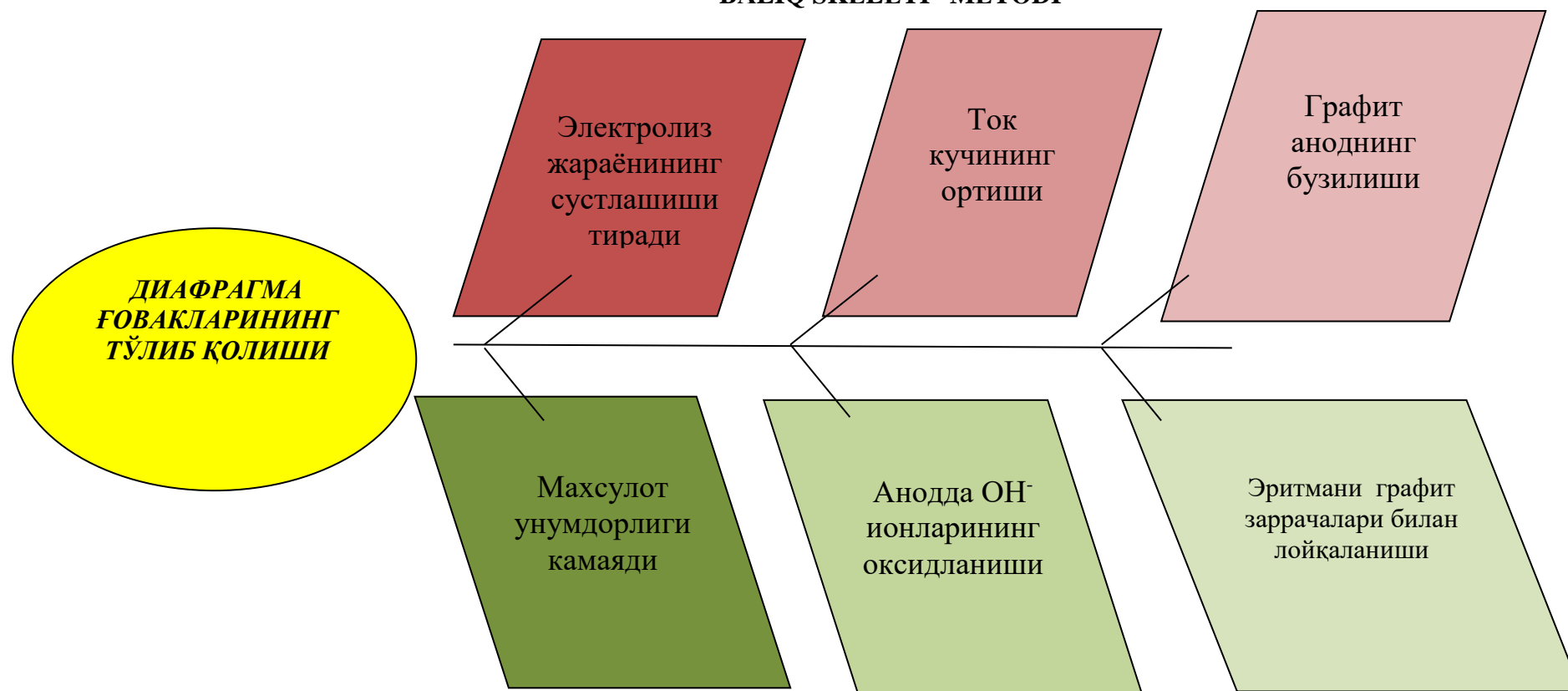
Auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun baholash mezonlar va ko'rsatkichlari

Talabalar ro'yxati	Asosiy muammo ajratib olinib tadqiqot ob'ekti aniqlangan mak. 0,5 b	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari aniq ko'rsatilgan mak. 1 b	Vaziyatdan chiqib ketish xarakatlari aniq ko'rsatilgan mak. 1 b	Jami mak. 2,5 b

Auditoryada bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari

Guruhlar ro'yxati	Guruh faolligi mak. 0,5 b	Ma'lumotlar ko'rgazmali taqdim etildi mak. 1 b	Javoblar to'liq va aniq berildi mak. 1 b	Jami mak. 2,5 b

“BALIQ SKELETI” METODI



2-Keys - stadi

Keys stadidagi asosiy muammo: Elektrodda natriy xloratning oksidlanishini oldini. Elektrolitlarning tarkibi bo'yicha aniq tavsiyalar berish.

Natriy gipoxlorit ishlab chiqarishda maxsulot unumining kamayishi

Tadbirkor Zoirov SHokir, engil sanoat va qog'oz – tsellyuloza sanoatida oqartiruvchi modda sifatida juda keng qo'llaniladigan natriy gipoxlorit ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish maqsadida Jizzax maxsus industrial zonasida kichik elektrokimyoviy ishlab chiqarish tsexini ochdi. Natriy gipoxloritning hosil bo'lish elektrokimyoviy jarayoni xlor va suv ionlarining bir vaqtning o'zida ajralish jarayoni sifatida qarash mumkin. Anodda ajralib chiqqan xlor bilan katodda hosil bo'lgan ishqorning o'zaro ta'sirlashishida ham elektrolizyorda natriy gipoxlorit hosil bo'ladi. Biroq ishlab chiqarish jarayonida elektrolizyorda gipoxloritning unumdorligi kamayib, gipoxlorit xloratgacha oksidlana boshladi.

Natriy gipoxlorit unumining kam bo'lishi uni o'ylantirib qo'ydi. Buning sabablari nimada, bu muammoni qanday echish lozim.

Savollar

1. Zoirov SHokirning ishlab chiqarishida qanday muammo paydo bo'ldi?
2. Ushbu muammoning echimi eng avval nimaga borib taqaladi?
3. Natriy gipoxlorit ishlab chiqarishda maxsulot unumdorligi tok kuchiga bog'liqmi?
4. Natriy gipoxloritni unumdorligi elektrodga bog'liqmi?
5. Gipoxlorit xloratgacha oksidlanmasligi uchun nima qilish kerak?
6. Gipoxlorit ishlab chiqarishda qanday elektrodlardan foydalaniladi?
7. Qanday elektrolizyordan foydalansa maqsadga muvofiq bo'ladi?
8. Katodda gipoxloratning qaytarilishini to'xtatish eritma tarkibiga bog'liqmi?
9. Natriy gipoxlorit unumdorligini oshirish uchun elektrodleri qanday joylashgan elektrolizyordalar yuqori ko'rsatkichlar beradi?
10. Sizning fikringizcha qanday echimni qo'llashi zarur. Nima uchun?
11. Muammoning echimi elektrodlerdami yoki qo'llaniladigan elektrolitdami?
12. Siz qaysi echimni tanlagan bo'lar edingiz?

Amaliy vaziyatni bosqichma-bosqich tahlil qilish va hal etish bo'yicha o'quvchilarga metodik ko'rsatmalar

Keys-stadini echish bo'yicha individual ish yo'riqnomasi

1. Avvalo, keys-stadi bilan tanishing. Muammoli vaziyat haqida tushuncha hosil qilish uchun bor bo'lgan butun axborotni diqqat bilan o'qib chiqing. O'qish paytida vaziyatni tahlil qilishga harakat qiling.

2. Vaziyatdan keyingi savollarga javob bering.

3. Ma'lumotlarni yana bir marotaba diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muhim bo'lgan satrlarni quyidagi harflar yordamida belgilang:

“D” (dalil) harfi – gipoxlorit unumining kamayishi, eritmada gidroksoniy ionlarining ortishi, eritma kislotaliligini ortishi ortishi, jarayonda haroratning ortishi, xloratning hosil bo'lishi.

“S” (sabab) harfi – katodda xloratning qaytarilishi, anodda erkin kislorodning ajralishi, gipoxlorit ionlarining ortishi va katodda xloratning qaytarilishi.

“M.E.” (muallif echimi) harflari - muallif tomonidan taklif etilgan echim (Texnologik jixozdan foydalanish talablariga to'liq rioya qilish)

4. Yana bir bor savollarga javob berishga harakat qiling.

Guruhlarda keys-stadini echish bo'yicha yo'riqnomasi

1. Vaziyatlar bilan tanishib chiqing.
2. Guruh sardorini tanlang.

Muammoni tahlil qilish va echish jadvali

Muammoni tasdiqlovchi dalillar	Muammoni kelib chiqish sabablari	Guruh echimi
1-muammo: Elektroliz jarayonida natriy gipoxloritni chiqish unumdorligini kamayishi		
2-muammo: Gipoxloritni xloratgacha oksidlanishi		

Keys bilan ishlash jarayonini baholash mezonlari va ko'rsatkichlari

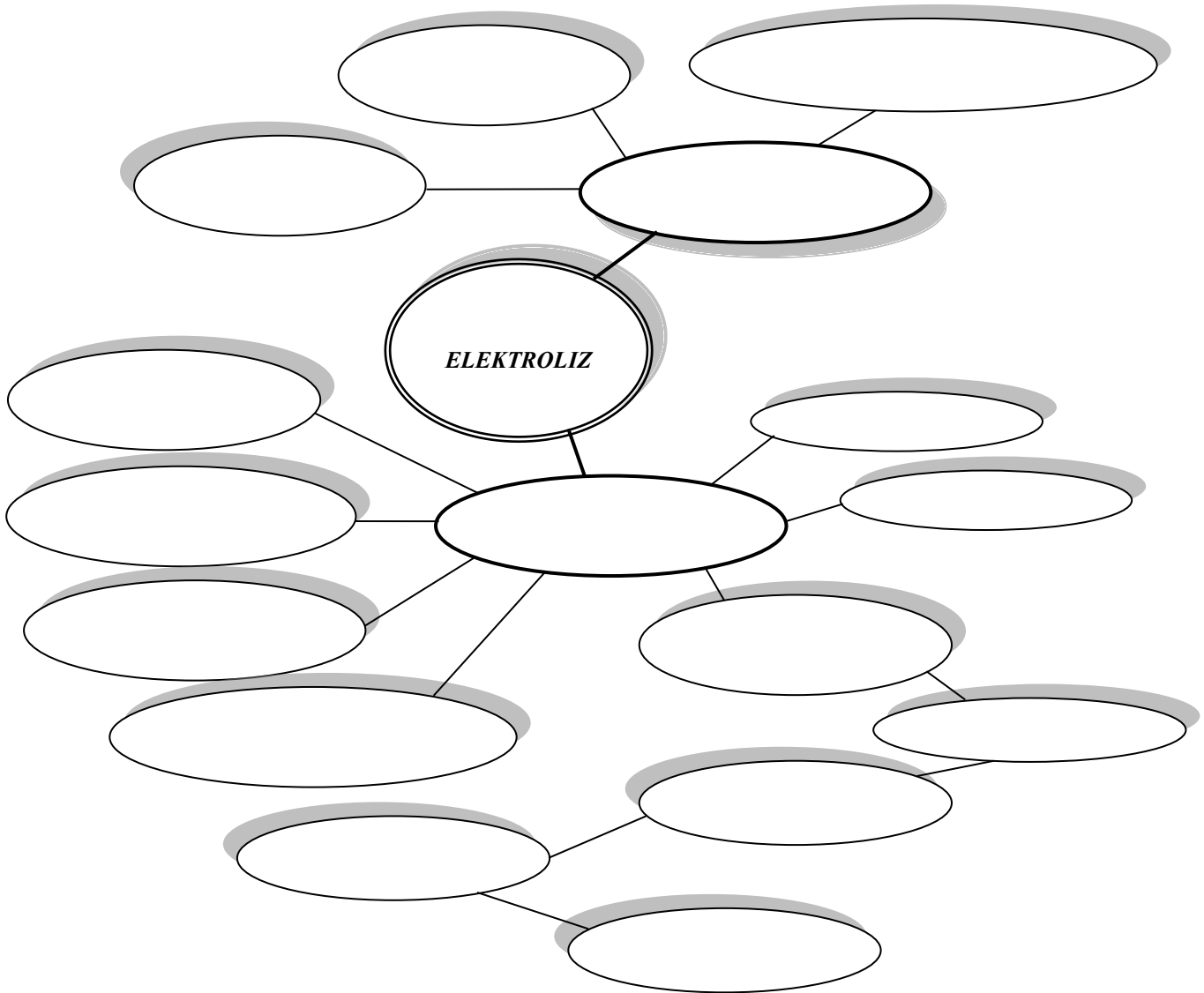
Auditoriyadan tashqari bajarilgan ish uchun baholash mezonlar va ko'rsatkichlari

Talabalar ro'yxati	Asosiy muammo ajratib olinib tadqiqot ob'ekti aniqlangan mak. 0,5 b	Muammoli vaziyatning kelib chiqish sabablari aniq ko'rsatilgan mak. 1 b	Vaziyatdan chiqib ketish xarakatlari aniq ko'rsatilgan mak. 1 b	Jami mak. 2,5 b

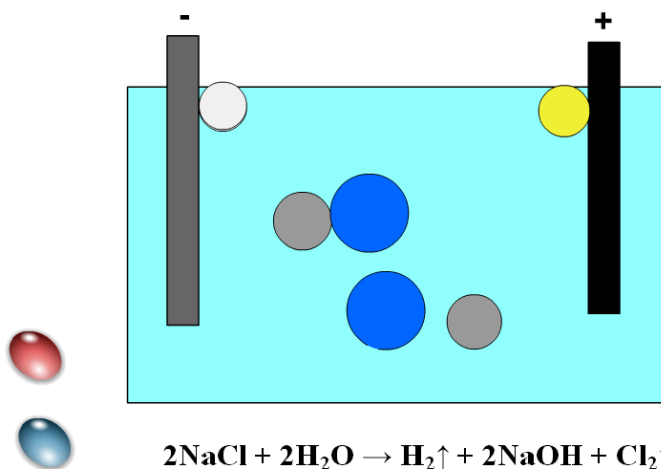
Auditoryada bajarilgan ish uchun baholash mezonlari va ko'rsatkichlari

Guruhlar ro'yxati	Guruh faolligi mak. 0,5 b	Ma'lumotlar ko'rgazmali taqdim etildi mak. 1 b	Javoblar to'liq va aniq berildi mak. 1 b	Jami mak. 2,5 b

“Klaster” metodi



Натрий хлорид эритмасынинг электролизи



Katodda va anodda boradigan reaksiya tenglamalarini yozing.

Электролиз раствора ХЛОРИДА НАТРИЯ (инертные электроды)

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ?$

Катионы	Анионы
<input type="radio"/> Na^+ <input type="radio"/> K^+ <input type="radio"/> Fe^{2+} <input type="radio"/> Mn^{2+} <input type="radio"/> Cu^{2+}	<input type="radio"/> Cl^- <input type="radio"/> CO_3^{2-}

1. Электролитическая диссоциация

$$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$$

Процессы на:

2. катоде (-) <input type="checkbox"/> $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ <input type="checkbox"/> $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	3. аноде (+) <input type="checkbox"/> $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ <input type="checkbox"/> $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$
--	--

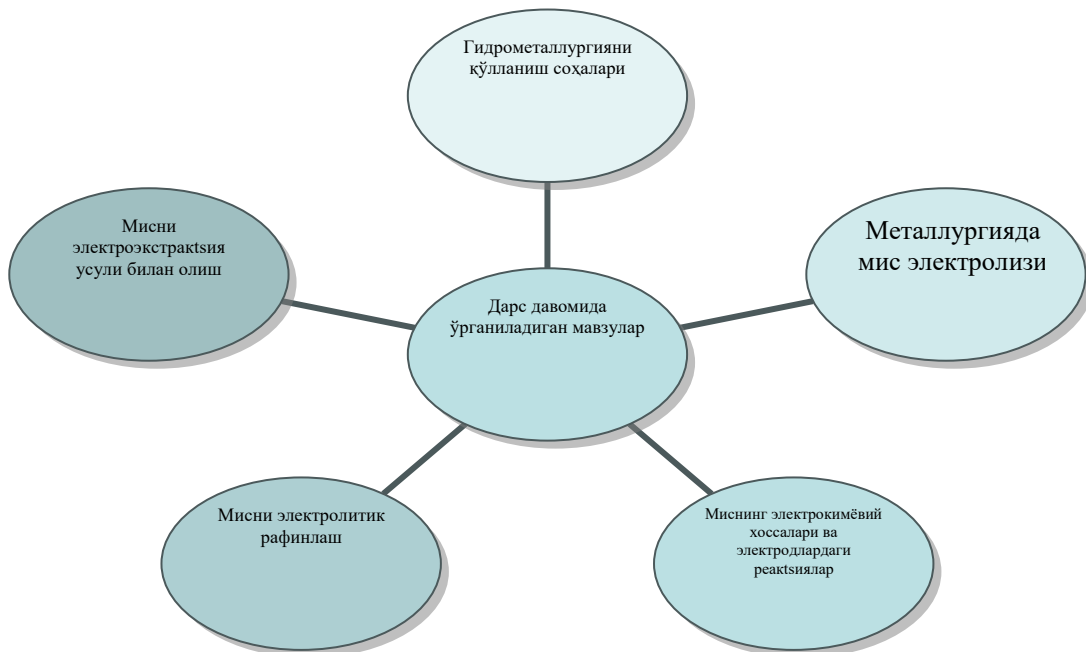
“Tezkor– so’rov” savollari

1. Oksidlanish qaytarilish reaksiyalari deb nimaga aytiladi?
2. Oksidlanish potentsiali deganda nimani tushunasiz?
3. Galvanik element nima? U qanday ishlaydi?
4. Elektroliz nima? Faradey qonunidagi birliklar nima?

Mavzuni mustaqamlash uchun savollar

1. Elektrodlar va diafragmalarga ta'rif bering.
2. Katod materiallarining kimyoviy xususiyatlari nimalardan iborat?
3. Oquvchanlik koeffitsientini fizik ma'nosini ayting.
4. Sanoatda elektrolitlarga qanday talablar qo'yiladi?
5. Qattiq elektrolit nima?
6. Qutblanish nima?
7. Sanoatda energiya sarfini qanday pasaytirish mumkin?
8. Elektroliz sanoati.

Gidroelektrometallurgiya



Faollashtiruvchi savollar (o'qituvchining varianti):

1. Suyuqlanma nima? Eritma-chi?
2. Rafinlash va elektroekstraksiya usullarini farqini ayting?
3. Hidrometallurgiyada elektrolitni tayyorlash usullarini ayting?
4. Kuydirish jarayoni necha xil bo'ladi?
5. Ko'p qavatli yuvish deganda nimani tushunasiz? Misni gidrometallurgik va peromeallurgik usul bilan olishni farqi nimada?

BBB jadvalini to'ldiring

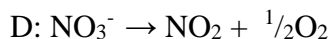
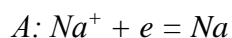
<i>Nº</i>	<i>Mavzudagi savollar</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bilishni xohlayman</i>	<i>Bilib oldim</i>
1.	Elektrolitik rafinlash			
2.	Elektroekstaksiya			
3.	TSementasiya yoki siqib chiqarish			
4.	Oksidlab kuydirish			
5.	Qaytarib kuydirish			
6.	Xlorli kuydirish			
7.	Kalbsiy lab kuydirish			
8.	Elektrodlar elektrolitlar			
9.	Elektroliz			
10.	Misni elektroekstaksiya usuli bilan olish			

1. Hidrometallurgiya nima?
2. Rafinatsiya jarayonini tushuntirib bering.
3. Ekstratsiya va elektroekstraksiya usuli qanday jarayon hisoblanadi?
4. Sementatsiya siqib chiqarishning mohiyati.
5. Kuydirish jarayonini tushuntirib bering va xillarini kursating.
6. Yuvish jarayoni nima?
7. Ruda qayta ishlash nima? Boyitish deganda nima tushiniladi?

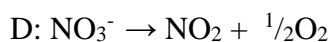
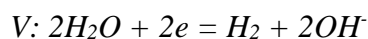
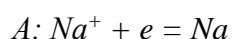
4. TESTLAR

1. NaNO_3 suvli eritmasi elektroliz qilinganda elektrodalarda boradigan jarayonlar (inert elektrodalarda)

Katodda:

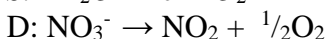
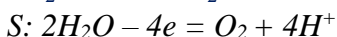
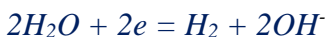
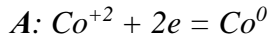


Anodda:

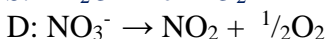
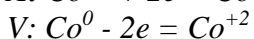
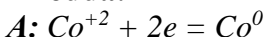


2. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ suvli eritmasi elektroliz qilinganda elektrodalarda boradigan jarayonlar (inert elektrodalarda)

Katodda:



Anodda:



3. CuSO_4 ning suvli eritmasi inert elektrodalarda elektroliz qilinganda katodda qanday modda ajralib chiqadi



4. BaCl_2 ning suvli eritmasi inert elektrodalarda elektroliz qilinganda anodda qanday modda ajralib chiqadi...



- 5. NiSO₄ ning suvli eritmasi inert elektrodlarda elektroliz qilinganda anodda qanday modda ajralib chiqadi...**
A: Ni
V: H₂
S: O₂
D: SO₂, O₂
- 6. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda anodda suv molekulari oksidlanadi...**
A: NaCl
V: K₂S
S: Na₂SO₄
D: CH₃COONa
- 7. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda katod sohasida pH ning qiymati ortadi (pH>7)...**
A: NaCl va KNO₃
V: CuSO₄ va KNO₃
S: Sn(NO₃)₂ va KNO₃
D: CH₃COONa va Zn(NO₃)₂
- 8. Qaysi tuz elektroliz qilinganda anod sohasida pH ning qiymati kamayadi (pH <7)...**
A: KCl
V: K₂S
S: Na₂SO₄
D: CH₃COONa
- 9. Tarkibida konsentratsiyasi bir xil bo'lgan ionlar aralashmasi saqlagan eritma elektroliz qilinganda katodda birinchi qaysi kation qaytariladi?**
A: Ag⁺
V: Sn²⁺
S: Fe²⁺
D: K⁺
- 10. Temir (II) sulfat eritmasi elektroliz qilinganda anodda qanday jarayon ketadi, agar anod materiali qalay bo'lsa?**
A: Sn⁰ - 2e = Sn²⁻
V: Fe⁰ - 2e = Fe⁺²
S: 2H₂O - 4e = O₂ + 4H⁺
D: Sn²⁺ + 2e = Sn⁰
- 11. K₂SO₄ eritmasi elektroliz qilinganda elektrod (anod) kumush bo'lsa katodda qanday jarayon boradi?**
A: K⁺ + e = K⁰
V: Ag⁰ - e = Ag²⁺
S: Ag⁺ + e = Ag⁰
D: 2H₂O + 2e = H₂ + 2OH

12. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda anodda kislorod ajralib chiqadi...(inert elektrodlarda)

A: KCl

V: NaJ

S: Na_2SO_4

D: CH_3COOK

13. 2g vodorod ajralib chiqishi uchun eritmadan qancha miqdorda elektr toki o'tkazish kerak...

A: 48250

V: 96500

S: 24125

D: 193000

14. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda anodda kislorod ajralib chiqadi...(inert elektrodlarda)

A: $ZnCl_2$

V: NaJ

S: $CuCl_2$

D: K_2SO_4

15. $Ca(NO_3)_2$ suvli eritmasi elektroliz qilinganda katodda boradigan jarayon (inert elektrodlarda)

A: $Ca^{2+} + 2e = Ca^0$

V: $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$

S: $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$

D: $NO_3^- \rightarrow NO_2 + \frac{1}{2}O_2$

16. Ishqoriy metallar ishlab chiqarishda qanday usullar bilan olinadi.

A: Sementasiya

V: Suyuqlanmalarni elektrolizi

S: Vodorod bilan qaytarish

D: Eritmalarni elektroliz qilish

17. Qaysi kationlar qatori eritma elektroliz qilinganda ketma-ketlikda katodda qaytariladi.....

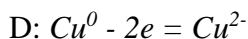
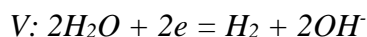
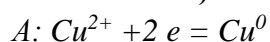
A: $Sn^{2+}, Cu^{2+}, Au^{3+}, Zn^{2+}$

V: $Zn^{2+}, Sn^{2+}, Cu^{2+}, Au^{3+}$

S: $Cu^{2+}, Sn^{2+}, Au^{3+}, Zn^{2+}$

D: $Au^{3+}, Cu^{2+}, Sn^{2+}, Zn^{2+}$

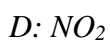
18. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ suvli eritmasi elektroliz qilinganda anodda boradigan jarayon (inert elektrodalarda)



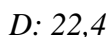
19. Bir xil konsentrasiyadagi temir, mis, qalay sulfatlar eritmasi elektroliz qilinganda katodda metallar qanday ketma ketlikda qaytariladi?



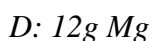
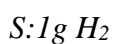
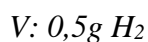
20. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ suvli eritmasi misli anodda elektroliz qilinganda katodda qanday modda ajraladi?



21. CrCl_3 eritmasi elektroliz qilinganda katodning massasi 17,3g ga ortganda anodda necha litr xlor ajralib chiqadi? (inert elektrodalarda)



22. MgCl_2 suyuqlanmasidan 48250 Kl tok o'tkazilganda katodda qanday modda va qancha miqdorda ajralib chiqadi? (inert elektrodalarda)



23. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda katodda ham metall kationlari ham suv molekulasi qaytariladi....

A: KCl

V: K_2SO_4

S: $Fe(NO_3)_2$

D: $NaOH$

24. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda katodda ham metall kationlari ham suv molekulasini qaytariladi....

A: $CuCl_2$

V: $CaSO_4$

S: $Al(NO_3)_3$

D: $NaOH$

25. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda anod sohasida pH ning qiymati kamayadi (pH < 7)...

A: CH_3COONa

V: K_2SO_4

S: $FeCl_2$

D: $NaOH$

26. $ZnSO_4$ eritmasi misli anodda elektroliz qilinganda katodda boradigan jarayon...

A: $Cu^{2+} + 2e = Cu^0$

V: $Cu^0 - 2e = Cu^{2+}$

S: $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$

D: $Zn^{2+} + 2e = Zn^0$

27. Culfat kislota eritmasidan 96500 Kl tok o'tkazilganda katodda necha litr vodorod ajralib chiqadi?

A: 5,6

V: 22,4

S: 1

D: 11,2

28. Qaysi kationlar qatori eritma elektroliz qilinganda ketma-ketlikda katodda qaytariladi....

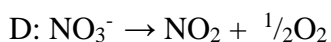
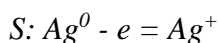
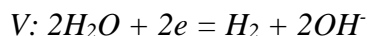
A: $Sn^{2+}, Cu^{2+}, Au^{3+}, Zn^{2+}$

V: $Zn^{2+}, Sn^{2+}, Cu^{2+}, Au^{3+}$

S: $Cu^{2+}, Sn^{2+}, Au^{3+}, Zn^{2+}$

D: $Au^{3+}, Cu^{2+}, Sn^{2+}, Zn^{2+}$

29. $AgNO_3$ suvli eritmasi elektroliz qilinganda katodda boradigan jarayon.... (inert elektrodlarda)



30. NaOH eritmasi elektroliz qilinganda anodda 2,8l (n.sh) ajralib chiqqan bo'lsa, necha litr vodorod katodda ajraladi?

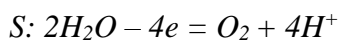
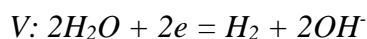
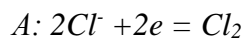
A: 22,4

V: 5,6

S: 11,2

D: 2,8

31. SnCl₂ eritmasi elektroliz qilinganda anodda boradigan jarayon...(anod qalay)



32. Agar nikel sulfat eritmasi elektroliz qilinganda anodda: $2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$ jarayon borsa anodning materiali.....

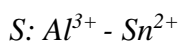
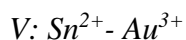
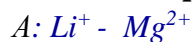
A: rux

V: nikel

S: uglerod

D: mis

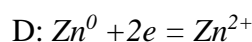
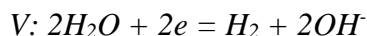
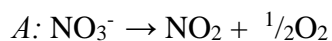
33. Katodda faqat metall kationlari qaytariladigan kationlar guruxi....



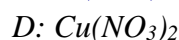
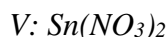
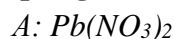
34. Qaysi tuz eritmasi elektroliz qilinganda katod sohasida rN ning qiymati ortadi...



35. Zn(NO₃)₂ eritmasi inert elektrodlarda elektroliz qilinganda anodda boradigan jarayon...



36. Katodda $2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ jarayon borgan bo'lsa, qaysi tuz eritmasi elektroliz qilingan?



37. CuSO_4 eritmasidan 96500 Kl elektr toki o'tkazilganda, katodda qancha miqdorda mis ajralib chiqadi?

A: 64

V: 32

S: 16

D: 128

38. Bir xil konsentrasiyalik Fe^{2+} , Na^+ , Co^{2+} , Pb^{2+} ionlar aralashmasidan iborat eritma elektroliz qilinganda katodda birinchi qaysi kation qaytariladi?



39. Agar katodning massasi 52g ga ortgan bo'lsa, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasidan qancha miqdorda elektr toki o'tkazilgan?

A: 289500

V: 96500

S: 19300

D: 48250

40. Kaliy sulfat eritmasi elektrolizida katod va anod sohalari ajratilgan bulsa, katod sohasida yig'iladigan modda...

A: K

V: KOH

S: S

D: H_2O

41. CsCl eritmasi inert elektrodlarda elektroliz qilinganda katod sohasida qanday modda yig'iladi?

A: Cs

V: CsOH

S: Cl₂

D: H₂O

42. Metallar ichida eng yuqori elektr o'tkazuvchi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan

A: kumush va mis

V: mis va rux

S: simob va oltin

D: rux va kumush

43. Elektroliz usuli bilan olingan misning necha foizi toza mis va mis kukuni olish uchun sarf bo'ladi?

A) 50%

V) 75%

S) 40%

D) 95%

44. Necha foiz mis qotishmalar olish uchun sarf bo'ladi?

A) 30-40%

V) 20%

S) 10%

D) 20-30%

45. Tarkibida mis saqlagan qotishmalar qaysi qatorda to'g'ri keltirilgan?

A) konstantan, jez, bronza, latunъ

V) bronza, nixrom, dyuralyumin

S) silumin, konstantan, po'lat

D) babbitt, cho'yan, alyumelъ, bronza

46. AgNO₃ eritmasi elektroliz qilinganda katodda ajraladigan moddani ko'rsating

A) Ag

V) H₂

S) H₂O

D) O₂

47. Ba(OH)₂ suyuqlanmasi elektroliz qilinganda katodda ajraladigan moddani ko'rsating

- A) O_2
- V) H_2
- S) Ba
- D) H_2O

48. NaCl eritmasi elektroliz qilinganda katodda qanday modda ajraladi.

- A) H_2
- V) O_2
- S) Na
- D) Cl_2

49. KI eritmasi elektroliz qilinganda anodda qaysi ion oksidlanadi

- A) I_2
- V) K^+
- S) I^-
- D) H_2O

50. KOH eritmasi elektroliz qilinganda katodda ajraladigan moddani ko'rsating

- A) K
- V) OH^-
- S) O_2
- D) K_2O

51. $Mg(NO_3)_2$ eritmasi elektroliz qilinganda katodda qanday modda ajraladi.

- A) O_2
- V) NO_2
- S) Mg
- D) H_2

52. Konstantan tarkibida mis necha foizni tashkil qiladi

- A) 60%
- V) mis uchramaydi
- S) 3%
- D) 15%

ADABIYOTLAR

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati Asosiy adabiyotlar

1. Технология электрохимических производств: Учебник / Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Шлапников В.П. - М.: Высшая школа, 1970. - 424 с.
2. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник для вузов. - М.: Химия, 2006. - 672 с.
3. Антропов Л. И. Теоретическая электрохимия: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984.-520с.
4. Ротинян А. Л., Тихонов К. И., Шошина И. А. Теоретическая электрохимия: Учебник для вузов / под ред. А. Л. Ротиняна. - Л.: Химия, 1981.-423 с.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высш. школа, 1983. - 400 с.
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1987. - 295 с.
3. Багоцкий В. С. Основы электрохимии: Учебное пособие для вузов. - М.: Химия, 1988. - 400 с.
4. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Подловченко Б. И. и др. Практикум по электрохимии: учебное пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1991. - 228 с.
5. Практикум по физической химии/ Под ред. В.В. Буданова, Н.К. Воробьева: Учебное пособие для вузов, - 5-е изд. - М.: Химия, 1986. - 347 с.
6. Шаталов А.Я., Маршаков И.К. Практикум по физической химии: учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1975. -228 с.
7. Левин А.П., Помосов А.В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. Учебное пособие для вузов. - М.: Металлургия, 1979. - 312с
8. Б.Урдушева, Н.Тангяриков, И.Тиркашев. Амалий электрохимё. Жиззах, 2006 й.
9. Carl H. Harnan, Andrew Hamnett, Wolf Vielstich. Electrochemistry 1st Edition, Wiley-VCH, США 2007
10. Alan C. West. Electrochemistry and Electrochemical Engineering. An Introduction CreateSpaceIndependentPublishingPlatform, США 2012.
11. PierreRoberg. Corrosion Engineering: Principles and Practice 1st Edition, McGraw-Hill, США 2008

Internet saytlari

1. <http://www.ziyonet.uz/>
2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.chem.msu.su/>
4. <http://www.edu.uz/>

