



ԵՏՀՐԱՍԻ

ԳՐԱԿԱՆ
ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ԳՐԱԴԱՐԱՆ

Ն. Ա. ԻԶԳԱՐԻՇԵՎ

ԵԼԵԿՏՐՈՔԻՄԻԱՆ

ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱԿԱՆ

ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ

ՅԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱՅԻ ՄԵԶ

621
7-25

1936

№ 29—31

ՊԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՆԵՐՈՒԹՅՈՒՆ
Յ Ե Ր Ե Վ Ա Ն

4 AUG 2010

621

Ի-25

my

Ն. Ա. ԻԶԳԱՐԻՇԵՎ

ԵԼԵԿՏՐՈՔԻՄԻԱՆ

ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵ-
ՐՈՒԹՅԱՆ ՅԵՎ ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱՅԻ ՄԵԶ

Թարգմ. ՓԻԼՈՑԱՆ ԱՐՓԻԱՐ

ԳԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ
ՅԵՐԵՎԱՆ - 1936

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Առաջարկ	42
Ներածություն	3
	5

ԱՌԱՋԻՆ ԳԼՈՒԽ—ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐ, ՎՈՐՈՆՑ ՄԵՋ ԸՆԹԱՆՈՒՄ ԵՆ
ԵԼԵԿՏՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ

§ 1. Իրեններ և նրանց դերն ելեկտրոլիզի ժամանակ	7
§ 2. Ֆարադեյի սրենքները	10
§ 3. Ելեկտրական միավորներ	11
§ 4. Հուծուլթիների ելեկտրահաղորդականությունը	12
§ 5. Հարման դերն ելեկտրոլիզի ժամանակ	13
§ 6. Նստեցումը մի քանի կատիոնների ներկայությամբ	14
§ 7. Ելեկտրական հոսանքի աղբյուրները և նրանց հոսանքի չափումը	15

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ—ՈՐԻՆԱԿՆԵՐ ԵԼԵԿՏՐՈՄԵՏԱԼՈՒ ԳԻԱՅԻՑ

§ 8. Պոնձի ռադիոնային (մաքրումը)	16
§ 9. Սըծաթի և վոսկու ռադիոնային	26
§ 10. Մնացած մետաղների ռադիոնային	28
§ 11. Ալումինումի ելեկտրոմետալուրգիան	29

ՅԵՐՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ—ՍՊԻՏԱԿԵՑՆՈՂ ԱՂԵՐ ՅԵՎ ՔԼՈՐԱՏՆԵՐ

§ 12. Թեոբիա	31
§ 13. Հատի և Նթիլի յեղանակը	35
§ 14. Կեյնների յեղանակը	36
§ 15. Բեբադիայան աղ	37

ՋՈՐՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ—ԿԾՈՒ ՀԻՄՔԵՐ ՅԵՎ ՔԼՈՐ

§ 16. Ընդհանուր դիտողություններ	38
§ 17. Դիաֆրագմային յեղանակներ	39
§ 18. Չանդի յեղանակներ	44
§ 19. Մոդիկային յեղանակ	45



875
37

ԱՌԱՋԱԲԱՆ

Մեր յերկրի սոցիալիստական ինդուստրիայի բուռն աճումը պահանջ զրեց մի շարք հումքերի, վորոնք մեզ մոտ կամ չեյին արտադրվում, կամ արտադրվում եյին անբավարար քանակով: Այդպիսի արտակարգ կարևոր հումքերից մեկը հանդիսանում եր կաուչուկը:

Բնական կաուչուկ պատրաստելու պրոբլեմը մեզնում լուծվում ե. բայց ավելի արագ լուծում գտավ արհեստական՝ սինթետիկ կաուչուկի պրոբլեմը: Այժմ մշակված են սինթետիկ կաուչուկ պատրաստելու մի քանի ձևեր՝ յեղակետ ունենալով այս կամ այն պրոդուկտները:

Հատկապես մեզնում՝ Յերևանում կաուչուկից սինթետիկ կաուչուկի գործարանը հիմնված ե Լենինգրադի պետական կիրառական քիմիայի ինստիտուտի (ГИИХ) մշակած յեղանակի վրա, վորին վորպես հումք ծառայում ե մի կողմից ացետելինը, իսկ մյուս կողմից՝ սինթետիկ քլոր ջրածինը: Այդ նյութերը հանդիսանում են ելեկտրոտեքմիական և ելեկտրոքիմիական պրոցեսների արդյունք:

Այս գըըույկում նկարագրված ե այդ նյութերից վերջինը պատրաստելու պրոցեսը, վորպես յեղանյութ հիմք ունենալով կերակրի աղը:

Դրան զուգընթաց նկարագրված ե ելեկտրոքիմիական պրոցեսներ, վորոնք թեև անմիջապես կապ չունեն կաուչուկի արտադրության հետ, ինչպես պղնձի, արծաթի մաքրումը, բայց կապված են մեր՝ Խորհրդային Հայաստանի արդյունաբերության հետ:

Թարգմանության ժամանակ վորոշ տեղեր ճշտված են:

Ա.Ր. ՓԻԼՈՅԱՆ

ՆՆՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Յեթի դուր մտնեք գործարանը, վորտեղ ելեկտրական հոսանքի ոգնությամբ արտադրում են այս կամ այն պրոդուկտները, ապա դուք կնկատեք փայտի կամ ցեմենտի գուրի (բաք, վաննա) շարքեր, վորոնց մեջ դանդաղ և առանց աղմուկի տեղի յեն ունենում քիմիական կամ ավելի ճիշտ՝ ելեկտրոքիմիական զանազան ռեակցիաներ։ Այդ գործարաններում թագավորում է լուսթյունը, վորը ժամանակ առ ժամանակ ընդհատվում է անջատվող դադերի պղպշակների կլկլոցից։ Կա՞վ ձեռնարկություններն առանց զգալի աշխատանքի կարող են այդ գործարանները պահել արտակարգ մաքուր դրության մեջ։

Այնտեղ դուք չեք տեսնի բաղմաթիվ բանվորությունից առաջացող խառնաշփոթություն, քանի վոր մեծ տարածություն բռնող ելեկտրոքիմիական արդյունաբերությունը համեմատաբար շատ սակավաթիվ բանվորներ է պահանջում։

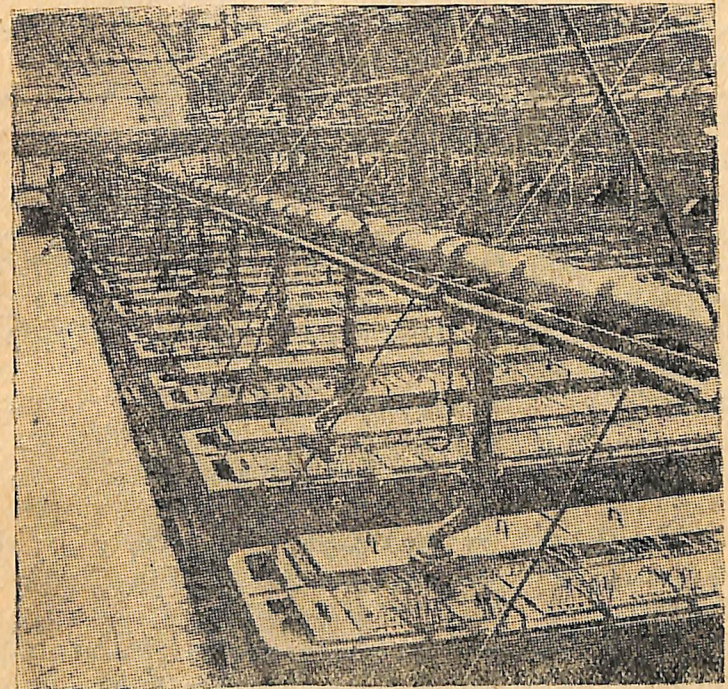
Նկար 1 ներկայացնում է ելեկտրոքիմիական գործարան, վորտեղ ելեկտրոլիզի ոգնությամբ քլոր և կծու հիմքեր են ստացվում։

Ելեկտրոքիմիական արդյունաբերության արտաքին բարենպաստ ապավորությունը կախված է այն բանից, վոր այստեղ քիմիական բուրբ փոխարկումները կատարվում են ի հաշիվ ելեկտրականության՝ ելեկտրական եներգիայի։ Այդ պատճառով անհրաժեշտ չեն աշխատանքի մեջ կիրառել կողմնակի քիմիական պրոդուկտներ, նմանապես և վառելիք, վորոնք աղտոտվում են թե անմիջապես և թե այրումից առաջացած պրոդուկտներով։

Ելեկտրոքիմիական պրոցեսները վոչ միայն արտաքին տեսքով, այլ և ըստ ելուստյան հանդիսանում են, յեթե կարելի չե այսպես սրտահայտել, ամենամաքուր պրոցեսներ քիմիական արդյունաբերության մեջ, քանի վոր, ինչպես ասվեց, ռեակցիայի միջավայրի մեջ չի մտնում կողմնակի նյութեր՝ ռեակցիան առաջ տանելու համար, այլ մտցվում է վոչ նյութական ելեկտրական եներգիա, վորի գործածությունից վո-

չինչ մնացորդ չի մնում։ Այդ պատճառով ելեկտրոքիմիական յեղանակը հնարավորություն է տալիս մաքուր պրոդուկտներ ամենահեշտ կերպով պատրաստելու։

Ելեկտրոքիմիան արդյունաբերության մեջ կիրառելու արագ աճումը պարտական է վերև հիշված պայմաններին, այլ և այն հանգամանքին, վոր ելեկտրականության ոգնությամբ կարելի չե պատրաստել այնպիսի պրոդուկտներ, վորոնք չեն առաջանում այլ պայմաններում, բացի ելեկտրական հոսանքի ազդեցությունից։



Նկար 1.

Մետաղների արդյունաբերության ընազավառում՝ մետալուրգիայում ամենամաքուր (գտած— ուսփինացման յենթարկած) պղինձը, վորը ծառայում է ելեկտրոտեխնիկայի և ելեկտրոֆիկացիայի պահանջներին, որինակ՝ ելեկտրական լարերի և այլ պարագաների պատրաստման, ստացվում է բացառապես ելեկտրոքիմիական յեղանակով։ Նմանապես այդ յեղանակներով են ստացվում ամենամաքուր վոսկին և արծաթը։ Յինկի ելեկտրոքիմիական գոտում ավելի և ավելի առաջնակարգ տեղ է գրավում։ Ուշեր կարելի չե ասել կապարի, անագի, յերկաթի և նիկելի մասին։

Արդի տեխնիկայի համար չափազանց կարևոր ալումինիում մետաղն արդյունաբերության և տնային դործածության մեջ մանկու հանդա-
մանքը պարտական է այն բանին, վոր ելեկտրոլիզի միջոցով հնարա-
վոր դարձավ պատրաստել այն բավական մաքուր և եփան գնով: Որի-
նակ՝ քիմիական յեղանակով պատրաստած ալումինիումի մեկ կիլոն
կարժեհար մոտավորապես 60 ռուբլի, այնինչ ելեկտրոքիմիական յե-
ղանակով՝ ընդամենը 60 կոպեկ: Այս մետաղի եփանությունն իր հեր-
թին սպահովեց նրա բազմապիսի կիրառությունը բազմաթիվ բնագա-
վառներում, հատկապես այերուպլանների և ողանավերի կառուցման
դործում, վորոնց համար նա այժմ անփոխարինելի յե, շնորհիվ այն
հանդամանքի, վոր տեխնիկայում կիրառվող մետաղներից ամենաթեթեւն
է: Հետևապես մարդկության պատմության մեջ այնքան նշանավոր
յերևույթը՝ ողագնացությունը, իր զարգացմամբ պարտական է տեխ-
նիկական ելեկտրոքիմիային—ելեկտրոլիզին:

Հիմնական քիմիական արդյունաբերությունն ող-
տագործեց ելեկտրոլիզը հիմքեր՝ կծու նատրիում և կալիում պատրաս-
տելու համար: Մեծ չափով տարածված է ելեկտրոլիտիկ քլորի, սպի-
տակացնող (գունաթափող) աղերի պատրաստումը, վորոնք մեծ կիրա-
ռություն ունեն տեքստիլ ֆաբրիկաներում, նմանապես և թղթի ար-
դյունաբերության մեջ:

Տեխնիկական պրոդուկտներից բերտության աղը ($KClO_3$) կարող է
ծառայել վորպես որինակ այնպիսի պրոդուկտների, վորոնք այժմ
դրեթե առանց բացառության պատրաստվում են ելեկտրոքիմիական
յեղանակով:

Հաջորդ գլխում կտանք մի քանի կարևոր թեորետիկ և տեխնիկա-
կան տեղեկություններ, վորոնք անհրաժեշտ են տեխնիկական ելեկ-
տրոլիզին ծանոթանալու համար: Յերկրորդ գլխում կբերվեն ելեկտրո-
մետալուրգիայի մի քանի որինակներ, իսկ յերրորդ գլխում՝ անորգա-
նական նյութերի ելեկտրոքիմիական արդյունաբերության որինակներ:

Ա.Ռ.Ա.Զ.ԻՆ Գ.Լ.ՈՒԻՆ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐ, ՎՈՐՈՆՑ ՄԵՋ ԸՆԹԱՆՈՒՄ ԵՆ ԵԼԵԿՏՐՈԳԻՄԻԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԸ

§ 1. ԻՈՆՆԵՐ ՅԵՎ ՆՐԱՆՑ ԴԵՐՆ ԵԼԵԿՏՐՈԼԻԶԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ելեկտրոքիմիական պրոցեսները, այսինքն՝ ելեկտրական եներգիայի
ազդեցության տակ տեղի ունեցող քիմիական ռեակցիաները, ընթա-
նում են միայն այն ժամանակ, յերբ այդ ռեակցիայի կատարման մի-
ջավայրում ստեղծված են խոշոր այն անհրաժեշտ պայմանները, վո-
րոնք ելեկտրական իներգիային հնարավորություն են տալիս թափան-
ցելու այդ միջավայրը:

Այդպիսի միջավայր հանդիսանում են ջրային և վոչ ջրային լու-
ծույթները, անպայման այն դեպքում, յեթե նրանք ելեկտրահաղոր-
դական են, այսինքն բավարար չափով հաղորդում են ելեկտրականու-
թյունը: Լուծույթներից ջրային լուծույթն ունեն հատուկ պրակտիկ
նշանակություն, այդ պատճառով հետազայում խոսք կլինի հենց այդ
վերջինների մասին:

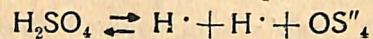
Ինչպես հայտնի յե՝ մաքուր ջուրն ելեկտրականության վատ հա-
ղորդիչ է: Նա դառնում է հաղորդիչ, յեթե նրա մեջ լուծենք ելեկտրո-
լիտներ, այսինքն նյութեր, վորոնք լուծվելիս դիսոցվում են՝ զոյաց-
նելով իոններ: Վերջինները ներկայացնում են առանձին ատոմներ,
կամ նրանց խմբակցություններ, վորոնք ելեկտրական դրական կամ
բացասական լիցք են կրում: Որինակ՝ քլորջրածինը (HCl) լուծվելիս
դիսոցվում է ջրածին իոնի (H^+)՝ լցված դրական ելեկտրականությամբ
և քլոր իոնի (Cl^-)՝ լցված բացասական ելեկտրականությամբ:

Սովորաբար իոնի դրական լիցքը նշանակում են պլուս (+) նշա-
նով կամ կետով (·), իսկ բացասականը՝ մինուս (—) նշանով կամ
շեշտով ('), այնպես վոր վերևում դրված իոնները նշանակվում են H^+
և Cl^- , մորտեղ մի նշանը ցույց է տալիս միանգամայն վորոք ելեկտրա-

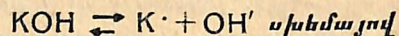
կան քանակության ներկայութիւն, այսինքն 4,774. 10⁻¹⁰ արտ-
լուտ ելեկտրոստատիկ միավորներով: Դրական լցված իոնը կոչվում է
կատիոն, իսկ բացասականը՝ անիոն:

Դիսոցիացիան, վորն այստեղ անվանվում է ելեկտրոլիտիկ բառով,
քանի վոր բնորոշ է ելեկտրոլիտների համար, տեղի յե ունենում այն-
պես, վոր դրական լիցքերի ընդհանուր քանակութիւնը հավասար է
լինում բացասական լիցքերի ընդհանուր քանակության: Այդ պատ-
ճառով այնպիսի աղերի դիսոցման դեպքում, ինչպես, որինակ, ցինկ
քլորիդն է ($ZnCl_2$), վորը տալիս է ցինկ իոն (Zn^{++}) և քլոր իոն (Cl^-),
առաջինը կրում է իր վրա յերկու դրական լիցք, վորոնք համապա-
տասխան են յերկու քլորիդիոնների բացասական լիցքերին: Ընդհանրա-
պես լիցքերի թիվը հավասար է այդ ատոմների վալենտականությանը:

Բերենք մի քանի որինակներ, վորոնց դիսոցումից առաջանում է
ալիւի բարդ իոններ: Որինակ՝ ծծմբական թթուն (H_2SO_4) տալիս է
 $H^+ + H^+ + SO_4^{--}$ (վերջինս ատոմական խումբ է հինգ ատոմից) հա-
մաձայն հետևյալ սխեմայի՝

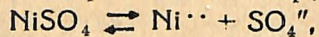
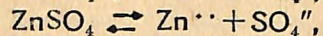
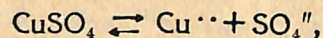


Իսկ կալիում հիդրօքսիդը (KOH) դիսոցվում է



Առաջինը կանվանենք կալիում կատիոն (K^+), իսկ յերկրորդը հիդ-
րօքսիլանիոն (OH^-):

Ծծմբական թթվի զանազան աղերը, որինակ՝ պղինձ սուլֆատը,
ցինկ և նիկել սուլֆատները, դիսոցվում են համաձայն հետևյալ սխե-
մաների՝



Մետաղները և ջրածինը սովորաբար տալիս են դրական իոններ՝
կատիոններ, իսկ մետալոյիդները և նրանց խմբավորումները՝ բացա-
սական իոններ կամ անիոններ:

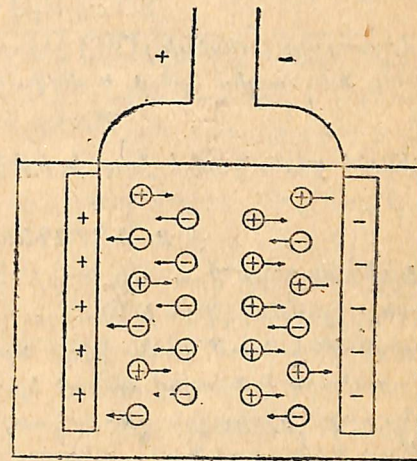
Չուրը (H_2O), վորը լուծիչ է հանդիսանում, ինքն ել թեև չնչին
քանակութիւններով, դիսոցվում է H^+ և OH^- իոնների: Այս իոններից
յուրաքանչյուրի կոնցենտրացիան 0,000 000 1 գրամ-իոն¹ է մեկ լիտ-
րում:

¹ Գրամ-իոն կոչվում է իոնի մեջ մտած ատոմների ատոմական կշիռների գու-
մարը՝ արտահայտված գրամներով: Որինակ՝ OH^- իոնի գրամ-իոնը 17 գրամ է,
քանի վոր ատոմական կշիռների գումարն է $16 + 1 = 17$: Կոնցենտրացիան տված է
գրամ-իոնների թիվով մեկ լիտրում:

Ելեկտրական հոսանքը լուծույթի միջով անցնելու ժամանակ իոն-
ներն աչքի ընկնող դեր են խաղում, նրանք ելեկտրական լիցքերը մի
ընեռից (պոլուս) մյուսն են տեղափոխվում: Ընդհանրապես ելեկտրա-
կան հոսանքը լուծույթի մեջ են մտցնում մետաղյա կամ ածխե ելեկ-
տրոդներով: Այն ելեկտրոդները, վորոնք դրական հոսանք են մտցը-
նում, անոդներ են կոչվում, իսկ մտցնող ելեկտրոդները կատոդներ են
կոչվում: Բացասական հոսանքը հակադիր ուղղութիւն ունի:

Ելեկտրական արտաքին աղբյուրից անողին հաղորդված դրական
լիցքերի ազդեցության տակ լուծույթում գտնված դրական իոնները
վանվում են դեպի բացասական
բևեռը, վորն իր հերթին ձգում է
նրանց, ինչպես այդ ցույց է
տրված նկար 2-ում:

Հասնելով վերջինիս, նրա բա-
ցառական լիցքերի ազդեցության
տակ նրանք պարպվում են, և
իոնական դրութիւնից անցնում
ատոմական դրութիւն: Յեթե
խոսքը վերաբերում է ջրածին H^+
իոնիտին, ապա նրանց պարպ-
ման հետևանքով գոյանում են
ջրածնի ազատ ատոմներ, վորոնք
միանալով, իրար հետ կազմում
են ջրածնի մոլեկուլներ (H_2) և
անջատվում վորպես գալ:



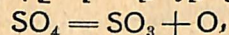
Նկար 2.

Մետաղական իոնների դեպքում պարպման հետևանքով գոյանում
են մետաղի ազատ ատոմներ, վորոնք ծածկում են կատոդը մետաղա-
կան շերտով: Դրական իոնները, վորոնք գնում են դեպի կատոդը, կոչ-
վում են կատիոններ:

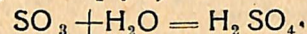
Բացասական լիցք ունեցող իոնները շարժվում են դեպի անոդը,
դրա համար կոչվում են անիոններ: Նրանք նմանապես մասնակցում
են հոսանքի տեղափոխման գործին և նույնպես շրման մեջ են մտնում
ելեկտրոդի հետ, տվյալ դեպքում՝ անոդի: Սրանից հետո պատահում են
զանազան հանգամանքներ, վորոնք կախված են այն բանից, թե անո-
դը պատրաստված է լուծվող, թե չլուծվող մետաղներից: Առաջին դեպ-
քում, յեթե գործադրվում են պղնձի, ցինկի, արծաթի անոդներ, մե-
տաղը լուծվում է մոտեցող անիոնի հետ աղ կազմելով: Յերկրորդ դեպ-
քում, յեթե գործադրվում են պլատին, իրիդիում, ածուխ, դրաֆիտ,
անոդի վրա կատարվում է անիոնների պարպում: Յեթե այդ անիոն-
ները բարդ չեն, նրանք անջատվւմ են վորպես համապատասխան ելե-

մանտ, որինակ՝ Cl^- -ը պարպվելով տալիս է ազատ քլոր Cl , վերջինս իր հերթին կազմում է մոլեկուլներ Cl_2 և անողի վրայից անջատվում վորպես քլոր գազ:

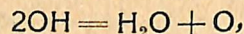
Ավելի բարդ անիոնների պարպման դեպքում պրոցեսն այդքան հասարակ չի վերջանում: Որինակ՝ SO_4^{2-} անիոնի պարպումից գոյանում է ինքը չունեցող SO_4 խումբը, վորն ազատ վիճակում չի կարող գոյություն ունենալ: Նա անմիջապես քայքայվում է.



վորից հետո SO_3 -ը ջրի հետ գոյացնում է ծծմբական թթու՝



Հիդրոքսիլ իոնների (OH^-) չեզոքացման ժամանակ ստացված OH խումբը նմանապես կրում է փոփոխություններ.



այսինքն՝ գոյացնում է ջուր և թթվածին:

§ 2. ՖԱՐԱԴԵՅԻ ՈՐԵՆՔՆԵՐԸ

Ելեկտրոդների վրա նյութերի անջատվելը, ինչպես և անողների լուծվելը, յենթարկված է միանգամայն վորոշ որինաչափության: Ելեկտրոլիզի պրոցեսում մասնակցած նյութի քանակությունը կախված է ելեկտրոլիտի վաննայով անցած ելեկտրաքանակից: Այդ կապը տրված է անգլիացի նշանավոր գիտնական Ֆարադեյի որենքներով:

Առաջին որենք. ելեկտրոլիզի ժամանակ անջատված կամ լուծված նյութի քանակությունը ուղիղ համեմատակա է անցած ելեկտրականության քանակության:

Յերկրորդ որենք. Մի վորտ ելեկտրաժամանակ վաննաներում անցնելու դեպքում նյութերն անջատվում կամ լուծվում են իրենց՝ նույն այդ նյութերին եկվիվալենտ կերպով հալոգենների հալոգենությունը:

Այսպես, յեն ելեկտրականության վորոշ քանակ անցնելուց գոյանում է 1 գրամ ջրածին, ապա թթվածին անջատվելու դեպքում, ելեկտրականության նույն քանակությունը կանջատվի 8 գրամ, ցինկ՝ 32,7 գրամ, արծաթ՝ 107,88 գրամ:

Ֆարադեյի որենքից հետևում է, վոր զանազան նյութերի 1 գրամ եկվիվալենտներն ելեկտրոլիտի անջատման համար անհրաժեշտ է ելեկտրականության միշտ միևնույն քանակություն: Համաձայն նորագույն չափումների՝ նա հավասար է 96,494 կամ կլոր թվով՝ 96,50 կուլոնի: Այս կոնստանտը կոչվում է ելեկտրոդիմական եկվիվալենտ և իպատիվ Ֆարադեյի նշանակվում է 1 F տառով:

Աղյուսակ 1-ում բերված են մի քանի ելեկտրոդների այն քանակությունները, վորոնք անջատվում են մի կուլոն ելեկտրականությունից:

Աղյուսակ 1.

Իոններ	Եկվիվալենտ կշիռ	Անջատված միլիգրամներ	Իոններ	Եկվիվալենտ կշիռ	Անջատված միլիգրամներ
$1/2 Au$	56,73	0,6808	$1/2 Ni$	29,34	0,3039
$1/2 Cu$	31,8	0,3293	$1/2 Pb$	103,55	1,073
$1/2 Fe$	27,92	0,2892	$1/2 Sn$	59,4	0,6163
H	1,008	0,1044	$1/2 Zn$	32,65	0,3386
Ag	107,88	1,1175	Na	23,0	0,2383
Cl	35,46	0,3673	$1/2 O$	8	0,08287

Ֆարադեյի որենքից հետևում է, վոր կատոդի վրա անջատված մետաղի, որինակ՝ պղնձի կամ արծաթի քանակից կարելի չէ յեղրակացնել վաննայի միջից անցած ելեկտրականության քանակի մասին: Ընդհակառակը, յենթե չափող գործիքների ոգնությունը դիտենք ելեկտրականության անցած քանակությունը, ապա կարող ենք հաշվել, յեն տվյալ նյութից ինչքան անջատվեց:

Ելեկտրոլիտ, իոններ, անիոն, կատիոն, անոդ, կատոդ տերմինները Ֆարադեյին են պատկանում: Դրանց կավեկացնենք անուրի՝ անողը վորողող ելեկտրոլիտ, և կատոլիտ՝ կատոդը վորողող ելեկտրոլիտ:

§ 3. ԵԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԻԱՎՈՐՆԵՐ

Վորովհետև հետազոտում մեջ են բերվելու ելեկտրական չափումների վերաբերյալ տեղեկություններ, այդ պատճառով անհրաժեշտ է վերահիշյալ ելեկտրական ամենագործածական միավորները:

Հոսանքի ուժ կոչվում է հաղորդչի մի վորտն ընդլայնական հատվածից մեկ վայրկյանում անցած ելեկտրաքանակը: Հոսանքի ուժի (i) միավորն է ամպեր, այսինքն այնպիսի ուժի հոսանք, վորն ընդունակ է 1 վայրկյանում ելեկտրոլիզով անջատելու 1,1175 միլիգրամ արծաթ: Ակնհայտ է, վոր յեն 1 վայրկյանում անջատվում է 11,175 միլիգրամ արծաթ, ապա հոսանքի ուժն է 10 ամպեր:

Հոսանքի խտությունը (d) կոչվում է հոսանքի այն ուժը, վորը վերաբերում է հատվածի մակերեսության միավորին, այսինքն՝ 1 քառակուսի դիցիմետրին:

Ելեկտրականության միավոր ընդունվում է ամպեր վայրկյանը կամ կուլոնը: Նա ներկայացնում է ելեկտրականության այն քանակությունը, վորն անցնում է շղթայով մեկ վայրկյանում, յենթե հոսանքի ուժն է մեկ ամպեր: Հաճախ գործ է ածվում ամպեր-ժամ միավորը, վորը ներկայացնում է շղթայից անցած ելեկտրական քանակությունը մի ժամվա ընթացքում, յենթե հոսանքի ուժն է մեկ ամպեր: Պարզ է, վոր 1 ամպեր ժամը հավասար է 3600 ամպեր-վայրկյանի կամ կուլոնի:

Վորպես դիմադրության միավոր ծառայում է ռմբ. նա ներկայացնում է 106,3 սմ յերկարություն և 1 քառակ. միլիմետր հատվածքով 0° 8-ի տակ գտնվող սնդիկի սյան դիմադրությունը:

Երկտրահաղորդականություն և կոչվում դիմադրության հակառակ մեծությունը: Նա հանդիսանում է տվյալ հաղորդչի դիմադրությունը (R): Լարվածությունը չափվում է յերկու կետերի (պոլյուսների) միջև յեղած պոտենցիալների տարբերությամբ, հոսանքի ուժի (i) դիմադրության (R) և լարվածության (E) միջև յեղած կախումն արտահայտված է Ուի ուրենբով՝

$$i = \frac{E}{R}$$

Յեթե $i = 1$, $R = 1$, այդ դեպքում E նույնպես մեկ միավորի հավասար կլինի, այսինքն E 1 վոլտ: Նա ներկայացնում է պոտենցիալների տարբերության կամ լարվածության միավորը: Հետևապես 1 վոլտ այն լարվածությունն է, վոր 1 ում դիմադրություն ունեցող հաղորդչիով առաջացնում է 1 ամպեր ուժ ունեցող հոսանք:

Մեկ վոլտի և մեկ ամպերի արտադրյալը հանդիսանում է մեկ ուսատ (ուսատ): Նա ներկայացնում է միավոր ժամանակում հոսանքի կատարած աշխատանքի միավորը կամ կարողության միավորը: Մի ձիաուժը ներկայացնում է 736 վատ: 1000 վատ կոչվում է մեկ կիլովատ: Երկտրական աղբյուրի (գեներատորի) կարողությունը չափվում է վատներով: Մի վատ կարողության աշխատանքը մի ժամվա ընթացքում կոչվում է վատ-ժամ, հետևապես վերջինս մեծ է վատ-վայրկյանից $60 \times 60 = 3600$ անգամ: 1000 վատ-ժամը կոչվում է մեկ կիլովատ ժամ: Տեխնիկայում երկտրական ենթադրան չափերու համար սովորաբար սգտվում են վերջին միավորներով: Նա նշանակվում է K. W. H. տառերով և հավասար է 3600×1000 վատ = 3 600 000 վատ:

§ 4. ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ԵԼԵԿՏՐԱԶԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Դիմադրության հակառակ երկտրահաղորդականությունը ներկայացնում է լուծույթների հոսանքի հաղորդման ընդունակության չափանիշ: Մի խորանարդ սանտիմետրի հաղորդականությունը կոչվում է սեսակաուառ հաղորդականություն և նշանակվում է K տառով: Այդ մեծությունը ծառայում է զանազան լուծույթների երկտրահաղորդականություններն իրար հետ համեմատելու համար: Նման մեծությունների (K) համեմատությունից հետևում է, վոր միևնույն կոնցենտրացիաների երկտրոլիտները տարբեր երկտրահաղորդականություններ են տալիս և այդպիսի լուծույթին ջուր ավելացնելով—նոսրացնելով—տեսակաբար երկտրահաղորդականությունն ընդհանրապես փոքրանում է:

Երկտրահաղորդականությունների վերը նշված տարբերությունը

չախված է գլխավորապես այն բանից, թե երկտրոլիտի մոլեկուլները և չափով են իոնների դիսոցիացիա: Ինչքան մեծ է դիսոցիացիան, այնքան մեծ է երկտրահաղորդականությունը:

Առանձին աղբրի տարբեր երկտրահաղորդականությունների յերկրորդ պատճառն այն է, վոր իոններն ըստ իրենց քիմիական բնույթի շարժվում են տարբեր արագությամբ: Աղյուսակ II-ում բերված են իոնների շարժման արագությունը հարաբերական միավորներով: Դրանից տեսնում ենք, վոր H^+ շարժվում է առանձին մեծ արագությամբ՝ հավասար 315-ի, նրան հետևում է OH^- -ը՝ 174, իսկ մնացած իոնների արագությունները տատանվում են 33,9-ից մինչև 67,5-ի սահմաններում:

Աղյուսակ II

Իոններ	Արագությունը	Իոններ	Արագությունը
H^+	315	Br^-	67
Na^+	43,5	i^-	66,5
K^+	64,6	ClO^-	55,0
Ag^+	54,3	iO_3^-	33,9
NH_4^+	64	NO_3^-	61,7
F^-	46,6	OH^-	174
Cl^-	55,5		

Մրանից հետևում է, վոր ուժեղ դիսոցիող թթուների (որինակ՝ HCl , HNO_3 , H_2SO_4) լուծույթները պետք է տարբերվեն իրենց մեծ երկտրահաղորդականությամբ, քանի վոր նրանք պարունակում են մեծ քանակությամբ ջրածին իոններ:

Երկտրոլիտի համար լավ հաղորդող լուծույթներն ունեն այն առավելությունը, վոր տվյալ լարվածության տակ, Ուի ուրենքի համաձայն¹, նրանցից անցնում է ավելի ուժեղ հոսանք, քան փոքր երկտրահաղորդականություն ունեցող լուծույթներից. այդ պատճառով տեակցիայի մեջ մտած նյութի քանակությունն ել համապատասխան չափով մեծ է լինում: Բարեխառնության բարձրացման հետ մեծանում է լուծույթների երկտրահաղորդականությունը, այդ պատճառով տեխնիկական երկտրոլիտների ժամանակ լուծույթները հաճախ տաքացվում են:

Հալեցրած աղերը կամ հիմքերը, կամ նրանց խառնուրդները, նմանապես երկտրահաղորդչի են: Նրանց մոտ երկտրոլիզը տեղի յե ունենում նույն որենքներով, ինչպես լուծույթների մոտ:

§ 5. ԼԱՐՄԱՆ ԴԵՐԸ ԵԼԵԿՏՐՈԼԻԶԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

Երկտրոլիտի վաննայում երկտրականությունը մուտք է գործում երկտրոլիտների միջոցով, վորտեղ անոդները կարող են կամ լուծվել,

¹ Ուի ուրենքի համաձայն՝ հոսանքի ուժն ուղիղ համեմատական է լարվածությանը և հակադարձ համեմատական՝ դիմադրության:

կամ անփոփոխ մնալ: Վերջին դեպքում նրանց վրա կատարվում է անիոնների պարպում և քիմիական նյութերի անջատում: Որինակ՝ քլորն ստացվում է Cl' իոնի պարպումից պլատինե կամ ածխե անոդների վրա: Հետևաբար նուազագույն անջատվող կամ, քիմիականորեն, նրա դուրս գալն այդ լուծույթից—միջոց կապված է նյութի փոխադրման հետ:

Ելեկտրոդների վրա տեղի ունեցող յուրաքանչյուր քիմիական պրոցես սկսվելու համար պահանջում է լարվածության մի վորոշ միջին մոտ: Յեթե կիրառած լարումը չի հասել այդ մեծությանը, ապա ելեկտրոդի վրա չի կատարվում պարպում կամ իոնի գոյացում—ելեկտրական հոսանք չի թափանցում վանայի մեջ: Այդ պատճառով ելեկտրոդի վրա քիմիական ռեակցիաներ տեղի չեն ունենում: Այդուհանդերձ III-ում ներկայացված են միմյանից լարումների թեթևեթեղ միմյանի մեջ, վոր պետք է կիրառել ելեկտրոդների վրա համապատասխան իոնների պարպումն առաջացնելու համար:

ՀԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ՇԱՐՔԸ

Պղնձակ III

Մետաղներ	Կատիոններ	Լարում E	Մետաղներ	Կատիոններ	Լարում E
Նատրիում	Na ⁺	— 2,71	Ստրոնտիում	Sb ⁺	+ 0,1
Կալցիում	Ca ⁺	— 2,50	Բիսմութ	Bi ⁺	+ 0,2
Մագնիզիում	Mg ⁺	— 1,55	Արսեն	As ⁺	+ 0,3
Մանգան	Mn ⁺	— 1,0	Պղինձ	Cu ⁺	+ 0,34
Ցինկ	Zn ⁺	— 0,76	Ածխածնի	Ag ⁺	+ 0,80
Քրոմ	Cr ⁺	— 0,60	Մոլիբդեն	Hg ⁺	+ 0,86
Յեղկաթ	Fe ⁺	— 0,43	Վոսկի	Au ⁺	+ 1,50
Կադմիում	Cd ⁺	— 0,40	Մետաղների և անիոնների թթվածին		
Տալիում	Tl ⁺	— 0,33			
Կոբալտ	Co ⁺	— 0,29	Թթվածին		
Նիկել	Ni ⁺	— 0,22			
Կապար	Pb ⁺	— 0,12	Քլոր		
Սնուդ	Sn ⁺	— 0,10			
Ջրածին	H ⁺	— 0,00	Բրոմ		

Այդուհանդերձ մեծություններն առաջացնում են այսպես կոչված լարումների շարքը, վորտեղ քայքայման համար անհրաժեշտ լարումը փոքրանում է նատրիումից դեպի վոսկին: Այն լարումները, վորոնք նշանակված են բացասական նշաններով, վերաբերում են ելեկտրադրական ելեմենտներին: Նրանց իոնների պարպման համար անհրաժեշտ լարումն այնքան փոքր է, ինչքան փոքր է նրանց բացարձակ մեծությունը: Դրական նշանով լարումները վերաբերում են ելեկտրաբացասական ելեմենտներին:

Իոնների պարպման համար անհրաժեշտ լարումը բազմաթիվ պատճառներից ափսիս բարձր է, քան այն արժեքները, վորոնք արված են

լարման շարքում: Հետագայում մեջ են բերվել յուրաքանչյուր ելեկտրոդիմիական պրոցեսին անհրաժեշտ լարումների մեծությունները, վորոնք կոչվում են քայքայման լարումներ:

Յերբ ելեկտրոլիզի հետևանքով գազեր են անջատվում, այդ դեպքում հիշված մեծությունները խիստ կերպով տարբերվում են, վորը հախված է բազմաթիվ պայմաններից՝ ելեկտրոլիզի բնույթից, ելեկտրոդի նյութից և այլն: Վերջապես իոնների պարպման համար անհրաժեշտ լարումը փոքրանում է կոնցենտրացիայի աճման հետ:

§ 6. ՆՍՏԵՅՈՒՄԸ ՄԻ ՔԱՆԻ ԿԱՏԻՈՆՆԵՐԻ ՆԵՐԿԱՅՈՒԹՅԱՄԻ

Մետաղների նստեցման ժամանակ լուծույթում մեկից ավելի կատիոն է լինում: Նույնիսկ ամենահասարակ դեպքում մի վորեն մետաղի նստեցման ժամանակ, բացի այդ մետաղից, լուծույթում միշտ ներկա յե առնվազն մեկ կատիոն՝ ջրածին կատիոնը, վորը գոյանում է ջրի դիսոցումից և հետևաբար գոյություն ունի նույնիսկ չեզոք լուծույթներում: Թթու լուծույթներում, նայած թթվի ուժեղության և կոնցենտրացիային, H^+ կատիոնները համապատասխանաբար ավելի շատ են: Հիմքերի լուծույթներում H^+ իոնների քանակությունը չափազանց փոքր է:

Ելեկտրոլիզի ժամանակ մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում անջատվող մետաղ կատիոնի և ջրածնի հաղթանակությունը: Ազնիվ մետաղները, վորոնք լարման շարքում գտնվում են ջրածնից ներքև, անջատվում են մեծ հեշտությամբ, ջրածնից վերև գտնվող վոշ ազնիվ մետաղները, մինչև ցինկը ներառյալ, անջատվում են մի վորոշ քանակությամբ ջրածնի հետ միասին. ցինկից վերև կանգնած մետաղները ջրային լուծույթից անջատվել դժվար է, քանի վոր նրանց մի մասը անջատվում է վորպես հիդրոքսիդ՝ $Al(OH)_3$, $Mn(OH)_2$, իսկ մյուս մասը պինդ վիճակում բոլորովին չի անջատվում K , Na : Այդ պատճառով նման դեպքերում կատոդի վրա գոյացած գլխավոր պրոդուկտը հանդիսանում է ջրածինը, քանի վոր այդ մետաղների կատիոններն այնքան քիչ են անջատվում, վոր կատոդային պրոցեսի մասնակցում են միայն H^+ իոնները: Ջրից մնացած հիդրոքսիդ անիոնը՝ OH^- , գոյացնում է մետաղների հետ մետաղ հիդրոքսիդներ, վորոնք կարող են լուծված մնալ ջրում, ինչպես $NaOH$, KOH :

§ 7. ԵԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ ՅԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀՈՍԱՆՔԻ/ՉԱՓՈՒՄԸ

Հոսանք ստանալու համար տեխնիկայում գործ են ածվում կայուն հոսանքի դինամոմեքենաներ: Վանաների սեղմակները (կլեմաները) վորոնք նախաժամ լարումը չափվում է վորտեքտի ուղղությամբ, իսկ հո-

սանքի ուժը՝ ամպերմետրի ոգնութեամբ: Ելեկտրական եներգիան մեզ համար մեծ արժեք է ներկայացնում, դրա համար պետք է հոգ տանել, վորպեսզի նա սարքավորումների թերութեան հետևանքով անոգուտ չկորչի: Ելեկտրոլիզի համար պետք է ընտրել այնպիսի պայմաններ, վոր ելեկտրական եներգիան ոգտագործվի ամենալիզի կերպով, առանց կորուստների: Այլ խոսքով պետք է ձգտել մաքսիմալ յեղքի, վորը կարելի չէ ստանալ հոսանքի միավորից: Այդ յեղքը հաշվում են հետևյալ կերպ: Համաձայն Ֆարադեյի յերկրորդ որենքի՝ հաշվում են նյութի այն քանակը (a), վորը պետք է անջատվել ելեկտրոդի վրա՝ մի վորոշ ամպեր-ժամի անցնելուց հետո: Վորոշում են փաստական անջատված նյութի քանակը՝ b, նույն ամպեր-ժամ անցնելուց հետո: $\frac{b}{a} \cdot 100$

արտահայտությունը տալիս է յեղքը հոսանքի միավորի համար՝ արտահայտված տոկոսներով: Անցած հոսանքի քանակը կարելի չէ արտահայտել նաև կուլոններով:

Ընդհանրապես դինամոմեքենան գտնվում է առանձին սենյակում՝ բաժանված ելեկտրոլիտիկ ցեխից, վորպեսզի մեքենան ֆլասակար գոլորշիներից չփչանա: Դինամոմեքենան շարժման մեջ է դրվում շոգեշարժ մեքենաների, ներքին այրման մեքենաների կամ ջրային տուրբինների ոգնութեամբ: Ամենաեթան եներգիան ստացվում է ջրային եներգիայից և այդ է պատճառը, վոր մեծ չափով ծավալվում է այդպիսի կայանների կառուցումը, ինչպես մեզնում Դնեպրոգեսը, Փանաքեզգեսը և այլն: Ջրային եներգիային հաջորդում է ներքին այրման շարժիչի արտադրած եներգիան, բավականին եթան:

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ

ՈՐԻՆԱԿՆԵՐ ԵՒ ԵԿՏՐՈՄ ԵՏԱԼՈՒՐԳԻՍՅԻՑ

§ 8. ՊՂՆՁԻ ՌԱՅԻՆԱՅԻԱՆ (ՄԱՔՐՈՒՄԸ)

Պղնձի հանքերից հատուկ վառարաններում պատրաստած պղինձը պարունակում է զանազան ֆլասակար խառնուրդներ, վորոնք գտնվում են հենց հանքի մեջ: Այդ խառնուրդներից են կապարը, բիսմութը, արսենը, անտիմոնը, յերկաթը, նիկելը, սելենը, տելուրը, թթվածինը, ծծումբը և վերջապես այնպիսի թանգարժեք մետաղներ, ինչպես արծաթն է, վոսկին և նույնիսկ պլատինը:

Պղնձի հետագա մեխանիկական մշակումների համար այդ կեղտոտող նյութերը շատ ֆլասակար են: Այդ նյութերը ցանկալի չեն պղնձի համար հատկապես այն ժամանակ, յերբ նա ծառայելու չէ ելեկտրական լաքեր պատրաստելու համար, վորոնք այժմ արտադրվում

են մեծ մասշտաբով ամբողջ յերկրագնդի ելեկտրոֆիկացիայի կարիքներին համար: Այդ նպատակի համար պահանջվում է ելեկտրական հոսանքին հնարավոր չափով փոքր դիմադրություն ցույց տվող մատերիալ, քանի վոր դիմադրությունը հաղթահարելու համար ապարդյուն կերպով ելեկտրական եներգիա չէ ծախսվում, վորի հետևանքով ելեկտրական եներգիան արտադրման տեղից մինչև գործածելու տեղը հասնելը համապատասխան կերպով թանգ է նստում:

Ասածից պարզ է, վոր լարերի և հոսանքի բաշխման համար պետք է գործածել ամենալավ հաղորդիչ մետաղը, յեթե ի հարկե շատ թանգ չարժե: Չնայած արծաթն ամենալավ հաղորդիչներից է, բայց թանգութեան պատճառով իբրև մատերիալ չի կարելի գործածել: Պղինձը շատ ավելի եթան և միևնույն ժամանակ բավարար չափով ելեկտրահաղորդիչ է, յեթե շատ մաքուր է, որինակ՝ նրա պարունակած ալլ նյութերը 0,01—0,02%-ից չեն անցնում: Մեկ մետր յերկայնութեան և մի քառակուսի միլիմետր հատվածքի պղնձալարի դիմադրությունը հավասար է 0,0174 ոմի, իսկ բրոնզինը (պղնձի և անագի խառնուրդ) հավասար է 0,180 ոմի: Մաքրութեան ամենաբարձր աստիճանին հեղտութեամբ կարելի չէ հասնել ռաֆինացիայի ելեկտրոլիտիկ յեղանակով: Ելեկտրոլիտիկ պղնձի համաշխարհային արդյունաբերությունը 1913 թվին տվել է 914 009 տոննա:

Ռաֆինացիան կատարվում է յերկու հիմնական յեղանակներով՝ 1) լուծվող անոդի, 2) չլուծվող անոդի յեղանակով:

ՌԱՅԻՆԱՅԻԱ ԼՈՒԾՎՈՂ ԱՆՈԴԻ ՅԵՂԱՆԱԿՈՎ

Այս յեղանակի ելությունն այն է, վոր անմաքուր սև պղինձը ծառայում է վորպես անոդ և ելեկտրական հոսանքի աղբեղություն տալ լուծվում է, վորի ժամանակ լուծույթի մեջ են մտնում բազմաթիվ խառնուրդներ, իսկ կատոդի վրա համապատասխան պայմանների պահպանման դեպքում նստում է միայն պրակտիկորեն մաքուր պղինձը: Դրանով նա անջատվում է կեղտոտությունից, այսինքն յենթարկվում է ռաֆինացիայի:

Ռաֆինացիայի յենթարկվող տեխնիկական պղինձը հալելով լցնում են կաղապարների մեջ և պատրաստում թիթեղներ, վորոնց մակերեսները 0,5 մինչև 0,7-ական քառ. մետր են, իսկ հաստությունը՝ մոտ 4-ական սանտիմետր: Այդ թիթեղները կախում են վաննաների մեջ, վորոնք լցված են պղինձ-սուլֆատի և ծծմբական թթվի լուծույթով: Վորպես կատոդ ծառայում է պղնձյա բարակ թիթեղ՝ Վաննայի մեջ նրանք հաջորդում են անոդին (հաստ թիթեղներին), ինչպես ցույց է տրված նկար 3-ում: Անոդը նշանակված է պլուս (+) նշանով, իսկ կատոդը՝ մինուս (—): Կառ ողներն ունեն նույն մակարչակը, ինչ վոր անոդները:

սանքի ուժը՝ ամպերմետրի ոգնությամբ: Ելեկտրական եներգիան մեզ համար մեծ արժեք է ներկայացնում, դրա համար պետք է հոգ տանել, վորպեսզի նա սարքավորումների թերության հետևանքով անոգուտ չկորչի: Ելեկտրոլիզի համար պետք է ընտրել այնպիսի պայմաններ, վոր ելեկտրական եներգիան ոգտագործվի ամենալրիվ կերպով, առանց կորուստների: Այլ խոսքով պետք է ձգտել մաքսիմալ յեղքի, վորը կարելի չէ ուտանալ հոսանքի միավորից: Այդ յեղքը հաշվում են հետևյալ կերպ: Համաձայն Ֆարադեյի յերկրորդ որենքի՝ հաշվում են նյութի այն քանակը (α), վորը պետք է անջատվեր ելեկտրոդի վրա՝ մի վորոշ ամպեր-ժամի անցնելուց հետո: Վորոշում են փաստական անջատված նյութի քանակը՝ β, նույն ամպեր-ժամ անցնելուց հետո: $\frac{\beta}{\alpha} \cdot 100$

արտահայտությունը տալիս է յեղքը հոսանքի միավորի համար՝ արտահայտված տոկոսներով: Անցած հոսանքի քանակը կարելի չէ արտահայտել նաև կուլոններով:

Ընդհանրապես դինամոմեքենան գտնվում է առանձին սենյակում՝ բաժանված ելեկտրոլիտիկ ցեխից, վորպեսզի մեքենան ֆլասակար գորշիներից չփչանա: Դինամոմեքենան շարժման մեջ է դրվում շոգեշարժ մեքենաների, ներքին այրման մեքենաների կամ ջրային տուրբինների ոգնությամբ: Ամենահեծան եներգիան ստացվում է ջրային եներգիայից և այդ է պատճառը, վոր մեծ չափով ծավալվում է այդպիսի կայանների կառուցումը, ինչպես մեղնում Դենպրոգեսը, Քանաքեռը և այլն: Ջրային եներգիային հաջորդում է ներքին այրման շարժիչի արտադրած եներգիան, բավականին եծան:

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ

ՈՐԻՆԱԿՆԵՐ ԵՒ ԵԿՏՐՈՄ ԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱՅԻՑ

§ 8. ՊՂՆՁԻ ՌԱՖԻՆԱՅԻԱՆ (ՄԱԳՐՈՒՄԸ)

Պղնձի հանքերից հատուկ վառարաններում պատրաստած պղինձը պարունակում է զանազան ֆլասակար խառնուրդներ, վորոնք գտնվում են հենց հանքի մեջ: Այդ խառնուրդներից են կապարը, բիսմութը, արսենը, անտիմոնը, յերկաթը, նիկելը, սելենը, տելուրը, թթվածինը, ծծումբը և վերջապես այնպիսի թանգարժեք մետաղներ, ինչպես արծաթն է, վոսկին և նույնիսկ պլատինը:

Պղնձի հետագա մեխանիկական մշակումների համար այդ կեղտոտող նյութերը շատ ֆլասակար են: Այդ նյութերը ցանկալի չեն պղնձի համար հատկապես այն ժամանակ, յերբ նա ծառայելու չէ ելեկտրական լաքեր պատրաստելու համար, վորոնք այժմ արտադրվում

են մեծ մասշտաբով ամբողջ յերկրագնդի ելեկտրոֆիկացիայի կարիքների համար: Այդ նպատակի համար պահանջվում է ելեկտրական հոսանքին հնարավոր չափով փոքր դիմադրություն ցույց տվող մատերիալ, քանի վոր դիմադրությունը հաղթահարելու համար ապարդյուն կերպով ելեկտրական եներգիա չէ ծախսվում, վերի հետևանքով ելեկտրական եներգիան արտադրման տեղից մինչև գործածելու տեղը հասնելը համապատասխան կերպով թանգ է նստում:

Ասածից պարզ է, վոր լարերի և հոսանքի բաշխման համար պետք է գործածել ամենալավ հաղորդիչ մետաղը, յեթե ի հարկե շատ թանգ չարժե: Չնայած արծաթն ամենալավ հաղորդիչներից է, բայց թանգության պատճառով իբրև մատերիալ չի կարելի գործածել: Պղինձը շատ ավելի եծան և միևնույն ժամանակ բավարար չափով ելեկտրահաղորդիչ է, յեթե շատ մաքուր է, որինալ՝ նրա պարունակած այլ նյութերը 0,01—0,02%-ից չեն անցնում: Մեկ մետր յերկայնություն և մի քառակուսի միլիմետր հատվածքի պղնձալարի դիմադրությունը հավասար է 0,0174 ոմի, իսկ բրոնզինը (պղնձի և անագի խառնուրդ) հավասար է 0,180 ոմի: Մաքրություն ամենաբարձր աստիճանի հեղտությունը կարելի չէ հասնել ռաֆինացիայի ելեկտրոլիտիկ յեղանակով:

Ելեկտրոլիտիկ պղնձի համաշխարհային արդյունաբերությունը 1913 թվին տվել է 914 009 տոննա:

Ռաֆինացիան կատարվում է յերկու հիմնական յեղանակներով՝ 1) լուծվող անոդի, 2) չլուծվող անոդի յեղանակով:

ՌԱՖԻՆԱՅԻԱ ԼՈՒԾՎՈՂ ԱՆՈԴԻ ՅԵՂԱՆԱԿՈՎ

Այս յեղանակի ելությունն այն է, վոր անմաքուր սև պղինձը ծառայում է վորպես անոդ և ելեկտրական հոսանքի ազդեցություն տակ լուծվում է, վորի ժամանակ լուծույթի մեջ են մտնում բաշխված խառնուրդներ, իսկ կատոդի վրա համապատասխան պայմանների պահպանման դեպքում նստում է միայն պրակտիկորեն մաքուր պղինձը: Դրանով նա անջատվում է կեղտոտությունից, այսինքն յենթարկվում է ռաֆինացիայի:

Ռաֆինացիայի յենթարկվող տեխնիկական պղինձը հալելով լցնում են կաղապարների մեջ և պատրաստում թիթեղներ, վորոնց մակերեսները 0,5 մինչև 0,7-ական քառ. մետր են, իսկ հաստությունը՝ մոտ 4-ական սանտիմետր: Այդ թիթեղները կախում են վաննաների մեջ, վորոնք լցված են պղինձ-սուլֆատի և ծծմբական թթվի լուծույթով: Վորպես կատոդ ծառայում է պղնձյա բարակ թիթեղ, Վաննայի մեջ նրանք հաջորդում են անոդին (հաստ թիթեղներին), ինչպես ցույց է տրված նկար 3-ում: Անոդը նշանակված է պլուս (+) նշանով, իսկ կատոդը՝ մինուս (—): Կառ ուղներն ունեն նույն մակարդակը, ինչ վոր անոդները:

Համառոտ Ֆարադեյի որոնքի, ելեկտրական հոսանքի անցնելու ժամանակ անոդները լուծվում են անցած ելեկտրականության քանակությամբ համապատասխան:

Մենք արդեն տեսանք, վոր տեխնիկական պղինձը պարունակում է բազմաթիվ խառնուրդներ: Դրանցից յերկաթը, նիկելը, արսենը, անտիմոնը և բիսմութը պղնձի հետ անցնում են լուծույթ, իսկ մնացածներն անոդից առանց լուծվելու թափվում են հատակի վրա և կազմում այսպես կոչված անոդային շլամ (տիղմ): Վորպեսզի լուծույթից կատոդի վրա պրակտիկորեն միայն պղինձն անջատվի, անհրաժեշտ է լարվածությունը պահպանել վորոշ սահմանից ցածր և թույլ չտալ, վոր այդ սահմանից անցնի:

Խուսափել վանանների չափազանց կեղտոտացումից, այսինքն՝ չփորձել տեխնիկական շատ կեղտոտ պղինձը ռաֆինացիայի յենթարկել: Պրակտիկան ցույց է տալիս, վոր ելեկտրոռաֆինացիայով կարելի է հասնել ամենալավ արդյունքների, յեթե պղինձը նախորոք մաքրված է այսպես կոչված կոնվերտորային վառարաններում: Կոնվերտորային այդ վառարաններում պղնձի հալած մասսայի միջով ող անցկացնելով՝ ֆիսսակար խառուրդները յենթարկվում են այրման և մի քանիսը, վորոնք շատ ֆիսսակար են (արսեն և անտիմոն) ցնդում են:

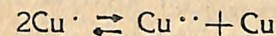
Համեմատության համար բերված է աղյուսակ IV-ը, վորտեղ տրված է կոնվերտորային և ելեկտրոլիտիկ պղինձների պարունակած խառնուրդների փոփոխությունը: Ինչպես յերևում է աղյուսակից, ռաֆինացիայի յենթարկված մետաղի մեջ պղնձի տոկոսը 99,25-ից (կոնվերտորի պղինձ) բարձրանում է մինչև 99,99%, այսինքն ընդամենն աճել է 0,74%-ով:

Աղյուսակ IV

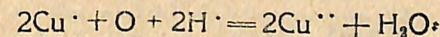
Նյութեր	Կոնվերտորի պղինձ	Ռաֆինացված պղինձ
	Տոկոսային պարունակութ.	Տոկոսային պարունակութ.
Պղինձ	99,25	99,99
Արժագ	0,34	0,0001 — 0,004
Վոսկի	0,001	—
Կապար	0,01	0,001 — 0,01
Բիսմութ	0,002	0,002
Արսեն	0,03	0,001
Անտիմոն	0,05	0,0008 — 0,003
Յերկաթ	հետքեր	—
Նիկել	0,002	—
Սելեն և տելուր	0,01	—
Թթվածին	0,30	0,002 — 0,07

Բայց հատկապես այդ խառնուրդները մեծ դժվարություններով և հաջողվում հեռացնել և հեռացնելով ստացվում է պղնձի ելեկտրահաղորդականություն մեծ աճում:

Անոդի վրա լուծելով, պղինձը գոյացնում է յերկու տեսակի իոններ — յերկվալենտ իոն Cu^{++} և միավալենտ իոն Cu^{+} : Վերջինները թեև գոյանում են ծծմբաթթվական միջավայրում շատ փոքր քանակությամբ, բայց պատճառում են անխորժուկություն: Անոդի վրա ելեկտրական հոսանքի ազդեցության տակ այդ իոնները գոյանում են, բայց այդ լուծույթում նրանք անկայուն են և ռեակցիա տալով՝ գոյացնում են յերկվալենտ իոն Cu^{++} և պղնձի ատոմ. վերջինս անջատվում է կրիստալների ձևով՝



Անջատված պղինձը նստում է վանայի պատերին և հատակին, վորով կորչում է արտադրության համար, քանի վոր ռաֆինացիայի յենթարկված պղինձը հանվում է միայն կատոդների վրայից: Բացի այդ, պղնձի միարժեք իոնը հեշտությամբ ոքսիդանում է ոդի թթվածնից, ըստ հետևյալ հավասարման՝



Այս ռեակցիայի ժամանակ ծախսվում է H^{+} իոն, վորը գոյանում է ծծմբական թթվից: Վերջինիս ներկայությունն անհրաժեշտ է հիմնական պրոցեսի համար: Այդ պատճառով աշխատանքի պայմաններն ընտրվում են այնպես, վոր Cu^{+} իոն հնարավոր չափով քիչ գոյանա:

Ելեկտրոլիզի ժամանակ անոդից թափվող շլամը հավաքում են և հետագա մշակումով այդ շլամից դուրս են բերում վոսկին ու աղծաթը. այդ մասին խոսք կլինի հետո:

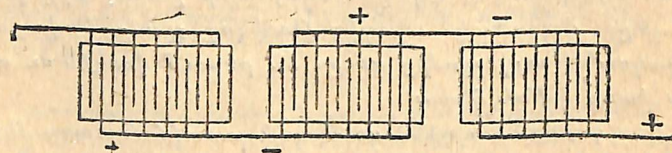
Անոդի վրա գոյացած պղինձ-սուլֆատն աստիճանաբար մեծ չափով կուտակվելով անոդի շուրջը, կարող է լուծույթը հագեցնել, և այդ ժամանակ պղինձ-սուլֆատն անջատվում է պինդ վիճակում, Կատոդի վրա, ընդհակառակը, պղինձը լուծույթից անջատվում է և դրա հետեվանքով լուծույթը նոսրանում է: $CuSO_4$ -ի ինքնուրույն դեֆուզիան անոդից կատոդին, այլև Cu^{+} իոնների տեղափոխումը կատարվում է վոչ բավարար արագությամբ, վորի հետևանքով անոդի և կատոդի մոտ անհրաժեշտաբար առաջանում է կոնցենտրացիաների տարբերություն: Անոդի մոտ $CuSO_4$ -ի, հետևաբար և Cu^{+} իոնների կուտակումը դժվարացնում է պղնձի լուծումը, իսկ կատոդի մոտ նրանց փոքրացման հետևանքով խանգարվում է պղնձի նստեցումը: Պարզ է, վոր անհրաժեշտ է արհեստականորեն խառնել, վորպեսզի յերկու ելեկտրոդների վրա կոնցենտրացիաները հավասարվեն: Արտադրության մեջ պղնձի նստեցման ժամանակ նկատի յեն առնվում վերև հիշատակված առանձ-

նահատկությունները և բարդացումները: Այն բոլոր կանոնները, վոր անհրաժեշտ է պահպանել, արդյունք են լաբորատորիական բազմաթիվ թեորեմիկ հետազոտությունների, նմանապես և արտադրական մեծ փորձի:

Նայած թե ինչ հաջորդականությամբ են միացնում ելեկտրոդները և վաննաները ելեկտրական աղբյուրին, ըստ այնմ ել տարբերվում են յերկու յեղանակներ. 1) զուգահեռ (պարալել) և 2) հաջորդական յեղանակ:

ԶՈՒԳԱՆՈՒ ՅԵՂԱՆԱԿ

Զուգահեռ յեղանակի ժամանակ անոթներն իրար հետ միացվում են զուգահեռ, այսինքն՝ պղնձյա լարով միացվում են իրար հետ այնպես, ինչպես միացվում են կատոդները: Յյուլբաջանյուր վաննայում պարունակվում է մոտավորապես 20-ական անոդ և կատոդ. դրանցից յուրաքանչյուրն ունի 0,5 — 0,7 քառ. մետր մակերես: Հարեան յերկու ելեկտրոդների հեռավորությունն է 5 սանտիմետր: Վորպեսզի կատոդի վրա պրակտիկորեն միայն պղինձը նստի, բայց վոչ այլ մետաղներ, դրա համար կատոդի և անոդի լարումների տարբերությունը պետք է լինի 0,25 վոլտ: Յեթե դինամոմեքենան ունի 110 վոլտ, այդ դեպքում ելեկտրաշարժ ուժի լրիվ ոգտագործման համար անհրաժեշտ է այնպիսի մի քանի վաննաներ միացնել հաջորդական կերպով: Այդ կատարվում է հետևյալ կերպ. մի վաննայի կատոդը միացվում է հաջորդ վաննայի կատոդի հետ, իսկ վերջինիս կատոդը միացվում է 3-րդ վաննայի անոդի հետ և այլն, ինչպես այդ ցույց է արված նկար 3-ում:



Նկար 3.

Վորպեսզի հաշվենք վաննաների մաքսիմալ թիվը, վոր կարող է միացվել 110 վոլտանոց դինամոյին, պետք է ինկատի ունենալ, վոր լարվածության մոտ $\frac{1}{4}$ -ը գնում է հաղորդիչների և կլեմների (կեռ) դիմադրությունները հաղթահարելու համար, վորով ելեկտրոլիզի պրոցեսում մասնակցում է միայն 82 վոլտ: Յեթե այս թվերը բաժանենք ամեն մի վաննայի լարման տարբերության վրա, կստանանք՝ $82 : 0,25 = 328$ վաննա: Դինամոմեքենան պետք է լինի բավարար կարողության, վորպեսզի տվյալ լարվածության տակ կարողանա տալ ամպերների անհրաժեշտ թիվը:

Բավարար չափով մաքուր և լավ ձևավորված նստվածք ստանալու համար անհրաժեշտ է, վոր հոսանքի խտությունը լինի մոտավորապես

100 — 150 ամպեր մեկ քառ. մետրի վրա, վորով վաննայի հոսանքի ընդհանուր ուժը կլինի մոտավորապես 2 — 3 հազար ամպեր: Բոլոր կատոդների ամենափոքր մակերեսը հավասար է $0,5 \cdot 2 \cdot 20 = 20$ քառ. մետր: Պղնձի յեղքն ըստ հոսանքի՝ կազմում է 96%, իսկ մի տոնն պղինձ մաքրելու համար ծախսվում է մոտավորապես 2200 կիլոլատ ժամ եներգիա:

Լուծույթում վորպես ելեկտրոլիտ ծառայում են՝ պղինձ սուլֆատը (CuSO_4) 12 — 16% և մաքուր ծծմբական թթուն՝ 5 — 10%: Վերջինս անհրաժեշտ է միջավայրի ելեկտրահաղորդականությունը մեծացնելու համար և կատոդի պղինձը պահպանելու պղինձ հիդրօքսիդի $\text{Cu}(\text{OH})_2$ նստվածքից, վորը հեշտությամբ գոյանում է չեղոք և թույլ թթվային միջավայրում, և գցում է նստվածքի վորակը: Վաննաները նոսրարար պատրաստվում են փայտից և ներսի կողմից պատվում են կապարի թիթեղով, վորը շատ դիմացկուն է ելեկտրոլիտի աղբեցությունների դեմ:

Յեկրոպայում շատ է տարածված զուգահեռ յեղանակը, այդ յեղանակը կիրառվում է նաև մեզ մոտ՝ Խորհրդային Միությունում:

ՀԱՋՈՐԴԱՆ ՅԵՂԱՆԱԿ

Պատկերացնենք մի յերկար վաննա, վորի մեջ կախված են ռաֆինացիայի յենթակա պղնձե թիթեղները (նկար 4): Ելեկտրական հոսանքի հետ միացվում են միայն սկզբի և վերջի թիթեղները, վորոնցից մեկն անոդն է, իսկ մյուսը՝ կատոդը: Հոսանքի անցումն անոդից վաննայի միջով՝ կատարվում է հետևյալ կերպ. պղնձի իոնները Cu^{++} , մինչև պղնձի հաջորդ թիթեղին հասնելը շարժվում է դեպի կատոդը. հասնելով թիթեղին՝ նրա միջով հոսանքի հաղորդումը կատարվում է մետաղական կերպով, այսինքն առանց իոնների մասնակցու-



Նկար 4.

թյան: Այդպիսով կարող ենք պատկերացնել, վոր պղինձ իոնները հասնելով պղնձյա առաջին թիթեղին՝ դառնում են մետաղական պղինձ, վորը և նստում է այդ թիթեղի դեպի անոդը դարձած յերեսի վրա. անոդը նշանակված է (+) նշանով: Դրական ելեկտրական հոսանքը շարունակելով իրա շարժումը՝ անցնում է առաջին թիթեղի միջից և դուրս է գալիս նրա հակառակ կողմից, վոր նույնպես լցված է ելեկտրոլիտով: Ելեկտրոդի այդ վերջին կողմը, վորը ծառայում է, վորպես լուծույթի մեջ դրական հոսանքի մոտեցում տեղ, հանդիսանում է անոդ, այդ պատճառով ել հենց այդ կողմից պղինձը կլուծվի: Այդպիսով թիթեղի մի յերեսը կներկայացնի կատոդ, իսկ մյուսը՝ անոդ, վորով ելեկտրոդը կլինի յերկպոլուս (բիպոլար):

Պղնձի մնացած բոլոր թիթեղները մասնակցում են հոսանքի հաշվարկմանը միշտ նույն կերպ, այսինքն նրանց այն յերեսը, վորն ուղղված է դեպի հիշված անոդը, կլինի կատոդ։ այդտեղ պղինձը կաճի, հակառակ կողմը հանդիսանում է անոդ, վորտեղ պղինձը լուծվում է։ Սովորաբար այդպիսի վաննայում գտնվում են 100 — 150 յերկպոլյուս ելեկտրոդներ, վորոնք իրարից հեռու յեն մեկ սանտիմետրով։

Յեթե վաննան ունի 130 ելեկտրոդ, այդ դեպքում նրա կլեմները լարումն է 17 վոլտ։ Ինչպես նախորդ դեպքում, այդպես էլ այստեղ նման մի քանի վաննաներ միացվում են հաջորդական կերպով, վոր պեսզի դինամոմեքենայի ելեկտրաշարժ ուժը լրիվ ոգտագործվի։ Այս յեղանակի դեպքում ելեկտրական եներգիան ավելի կատարյալ ձևով է ոգտագործվում, քանի վոր այստեղ ելեկտրական լարերը և միացումները հասցվում են մինիմումի, ունենալով հոսանքի մուտքի միայն մի տեղ (+) և յեղքի մի տեղ (—)։

Կլեմների տեղերը ծծմբական թթվի գոլորշիների գտնվող ներկայությամբ քայքայվում են՝ առաջացնելով մեծ դիմադրություն, հետևապես և եներգիայի մեծ կորուստ, մի բան, վոր այդ յեղանակում հասցված է մինիմումի։

Այդ պատճառով էլ այս յեղանակով մեկ տոնն պղինձ ստանալու համար ծախսվում է ընդամենը 150 կիլովատ ժամ ելեկտրական եներգիա։

Այս յեղանակի բացասական կողմն այն է, վոր նա պահանջում է ավելի մեծ ուշադրություն և խնամք։ Այս է պատճառը, վոր հաջորդական յեղանակը չի տարածվում։ Նկարագրված յեղանակը կիրառվում է Միացյալ Նահանգների մի քանի գործարաններում։

ՊՂՆՁԻ ՌԱՅՆԱՑՆԱՑՆԻ ՈՃԱՆԴԱՅՈՂ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

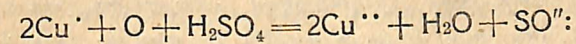
Պղնձի լրիվ նստեցումից հետո անհրաժեշտ է թեթեղից պոկել այն։ Այս գործողությունը հեշտացնելու նպատակով ելեկտրոլիզից առաջ կատոդի մակերեսը ծածկում են ձարպի նուրբ շերտով, վորը $Cu^{..}$ իոնների պարպմանը չի խանգարում և նստվածքը կատոդի մատերիալին շատ ամուր չի կպչում։

Կատոդային մաքուր պղինձը տեղափոխվում են հալող վառարանների բաժինը, վորտեղ հալելով՝ ձուլում են մետաղաձողերի ձևով։ Հոսանքից ծակծկված և մաշված անոդները նմանապես դուրս են բերում և վառարաններում հալելով նորից անոդներ են պատրաստում։ Մաշված անոդների փոխարեն գործարանի առաստաղի տակ շարժվող ամբարձիկ մեքենան բերում է նոր անոդներ և իջեցնում վաննաների մեջ։

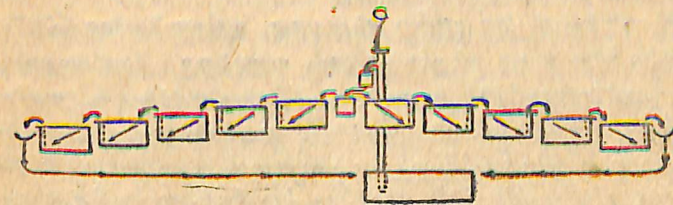
Վաննաների ելեկտրոլիտն անփոփոխ չի մնում և այնտեղ առաջա-

նում են աշխատանքի համար վնասակար նյութեր։ Լուծույթում փափրանում է ծծմբական թթվի քանակությունը, դրա համար ժամանակ առ ժամանակ ծծմբական թթու պետք է ավելացնել։ Անոդից լուծված խառնուրդների մի մասը մնալով լուծույթում՝ կեղտոտում են այն, այդ պատճառով ելեկտրոլիտի լուծույթը ժամանակ առ ժամանակ պետք է նորոգել։ այս նպատակով հեռացնում են լուծույթի մի մասը և ավելացնում նորը։ հանած լուծույթից պղինձ-սուլֆատը յետ է ստացվում և նորից դնում արտադրության մեջ։

Ինչպես տեսանք, անհրաժեշտ է լուծույթը խառնել։ Այս գործողությունն առաջ կատարում եյին ող անցկացնելու միջոցով, վորը վաննաների տակից պղպշակների ձևով դուրս գալով խառնում էր լուծույթը։ Ավելի նոր գործարաններում դրանից խուսափում են, քանի վոր ողի թթվածինն ոքսիդացնում է լուծույթում յեղած $Cu^{..}$ իոններ, վորի համար ծախսվում է ծծմբական թթու։ Ռեակցիան ընթանում է համաձայն հետևյալ սխեմայի՝



Խառնելու ավելի կատարելագործված և անվտանգ յեղանակն է վաննաների դասավորման կասկադային յեղանակը, յերբ վաննաները դասավորվում են մեկը մյուսից բարձր, վորով բարձր վաննայից ելեկտրոլիտն ինքնահոսով թափվում է ավելի ցածր վաննայի մեջ և ամե-



Նկար 5.

նավերջին վաննայից հասնում է առանձին ընդունարան, վորտեղից մղվում է դեպի բարձր դրված ընդունարան և վերջինից թափվում ամենաբարձր վաննայի մեջ, ինչպես այդ սխեմատիկ կերպով ցույց է տրված նկար 5. ում։

ՇԼԱՄԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ

Անոդից ստացվող շլամն ելեկտրոլիտում չի լուծվում. ունի փոփոխական կազմություն, վոր պայմանավորված է անոդային պղնձի համար հալեցրած մատերիալի բաղադրությամբ (աղյուսակ 5)։

Աղյուսակ V

Միացյալ Նահանգների և Արևմտյան յեվրոպայի շվամներ		Միացյալ Նահանգների և Արևմտյան Ֆեվրոպայի շվամներ	
Շվամում յեղած եկեմենտները	Տոկոսային պա- րունակությունը	Շվամում յեղած եկեմենտները	Տոկոսային պա- րունակությունը
Պղինձ Cu . . .	11,01 — 57,00	Բիսմուտ Bi	0,34 — 7,70
Արծաթ Ag . . .	12,90 — 5,1	Կապուր Pb	հետքեր — 5,26
Վոսկի Au . . .	0,034 — 5,1	Տելուր Te	1,00 — 3,97
Սուրբման Sb . .	2,00 — 7,86	Սելեն Se	0,30 — 1,72
Արսեն As . . .	1,09 — 3,80		

Ռուսական շվամը (Կիշտիմի գործարան) պարունակում է մոտավորապես 46% արծաթ և 5% վոսկի: Ինչպես 5 աղյուսակից յերևում է, շվամները կարող են պարունակել զգալի քանակությամբ վոսկի և արծաթ, ուստի նրանք մեծ արժեք ունեն, վորով պղինձի ելեկտրոլիտիկ յեղանակով մաքրելու շահավետությունը խիստ բարձրանում է: Հետևապես ելեկտրոլիտի յեղանակով մաքրելու առավելությունը միայն այն չէ, վոր շատ մաքուր պղինձ է տալիս, այլ և այն, վոր զուգընթացաբար հնարավորություն է ստեղծում արծաթ և վոսկի ստանալու մի ախալիս հոսքից, վորն ինքնըստինքյան բոլորովին անպետք է այդ թանկագին մետաղներն ստանալու համար:

Շվամի մշակման հիմնական խնդիրն է վոսկու և արծաթի անջատումն ալելի ցածրարժեք բաղադրիչ մասերից, և այս բանին կարելի է հասնել զանազան յեղանակներով:

Առաջին. պաքացնելով շվամը սելիտրա պարունակող (50%) ծծմբական թթվի հետ և ոգ անցկացնելով, անպետք խառնուրդները հեշտությամբ ոքսիդանում են և լուծվում, իսկ վոսկին և արծաթի մի մասը մնում են նստվածքում: Արծաթի այն մասը, վոր լուծույթ է անցնում, դուրս է բերվում հետեյալ հասարակ յեղանակով: Յեթն պղինձ ընկղմենք այդ լուծույթի մեջ, վերջինս կլուծվի, արծաթի միացություն մեջ կբռնի նրա տեղը, իսկ արծաթը կրիստալների ձևով կնստի հատակին: Վոսկին և արծաթը կարելի է անջատել նաև ձուլելով շվամը սոդայի, բորակի (սելիտրայի) և ավազի հետ. վոսկու և արծաթի ձուլին ստացվում է ներքևում, իսկ վերևում կազմվում է շլակ, և այդ նյութերը կարելի է մեխանիկորեն անջատել:

Վերջապես կարելի է բաժանել շվամը ձուլելով կապարի ալելցուկի հետ, վորտեղ վոսկին, արծաթը և կապարը կազմում են ձուլ և բաժանվում մնացած ալելի հեշտ ոքսիդացվող խառնուրդներից: Ստացված ձուլից աչրելու միջոցով հեռացվում է կապարը, և այս անգամ գոյացած շլակի տակ մնում է այդ յերկու թանկագին մետաղների ձուլը: Այդ ձուլը, վոր ստացվում է շվամը մշակելուց, կոչվում է Դորեյի մե-

տաղ, վորն, որինակ, Ուրալի Կիշտիմի գործարանում պարունակում է 90% արծաթ, 81/2% վոսկի: Դորեյի ձուլի հետագա ելեկտրոլիտիկ մշակումով արծաթը բաժանվում է վոսկուց:

1915 թվի ստատիստիկական տվյալներով 600 000 տոնն պղինձի ելեկտրոլիտիկ ռաֆինացիայից ստացված է 1200 տոնն արծաթ և 12 տոնն վոսկի: Վերջին ժամանակներս մի քանի գործարաններում միջոցներ են ձեռք առնված նաև սելեն ստանալու, վորն անհրաժեշտ է ապակու մի քանի տեսակներ պատրաստելու համար:

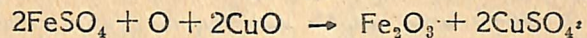
ՉԼՈՒԾՎՈՂ ԱՆՈՐԵՆՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ ՊՂԻՆՁ ՍՏՄԱՆԱԼԸ

Յեթն վորպես ելեկտրոլիտ վերցնենք պղինձ-սուլֆատի թթու լուծույթ և յենթարկենք ելեկտրոլիզի, ոգտագործելով պղինձ — կատոդ և կապարե չլուծվող անոդ, այդ դեպքում կատոդի վրա նստում է պղինձը, իսկ անոդի վրա անջատվում է թթվածին: Վերջինիս գոյացումը կարելի է պատկերացնել հետեյալ կերպ. լուծույթում գտնվող անիոնը անոդի դրական լիցքերից չեզոքանում է և գոյացնում SO_4 չեզոք խումբը: Վերջինս անկայուն լինելով քայքայվում է՝ գոյացնելով թթվածինը և հետեյալ սխեմայի՝ $\text{SO}_4 = \text{SO}_3 + \text{O}$: Ստացված ծծմբական անհիդրիդը SO_3 , ջրի հետ գոյացնում է ծծմբական թթու $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$: Սրանից պարզ է, վոր ելեկտրոլիզի ընթացքում լուծույթում պղինձի քանակը նվազում է, իսկ թթվությունը՝ աճում:

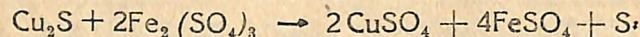
Կատոդի վրա պղինձը նստում է անմիջապես լուծույթից, իսկ վերջինիս մեջ մտնում է պղինձի հանքերից, յերբ վերջիններս մշակում են համապատասխան լուծիչներով, որինակ՝ ծծմբական թթվով: Այստեղ հիմնական նախապատրաստական աշխատանք հանդիսանում է պղինձը հանքից դուրս բերելը, վորտեղ թե ինքը լուծիչը և թե հանքի մշակման յեղանակը կախված են այն բանից, թե ինչպիսի հանք է այդ, ինչ քիմիական բնույթ ունի, որինակ՝ Ջիլիում (Հարավային Ամերիկա) ստացվող պղինձի հանքը կազմված է գլխավորապես բորխոնիտ հանքից, վորը ներկայացնում է ծծմբաթթվական պղինձի հիմքային աղ $(\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2)$, խալկանտիտ՝ CuSO_4 : Այդ հանքից ելեկտրոլիտ պատրաստելը ներկայացնում է ամենապարզ մի գործողություն, քանի վոր այդ բոլոր միներալներն առանց նախնական նախապատրաստումների, բացի մանրացնելուց, լուծվում են ջրի մեջ, յեթն վերջինիս խառնված է բավարար քանակով ծծմբական թթու: Դրանից հետո լուծույթը, վորը մոտավորապես պարունակում է 5% պղինձ, 2—3% ծծմբական թթու, յենթարկվում է ելեկտրոլիզի: Վերպես չլուծվող կատոդ գործ են ածվում մագնիտիտի թիթեղներ կամ հատուկ յեղանակով պատրաստած յերկաթ-ոքսիդի թիթեղներ: Ելեկտրոլիտի վաննայի բա-

վական ժամանակ աշխատած լուծույթը, վորը հարստացած է թթվով՝ գնում է հանքից՝ պղինձը լուծելու նպատակներին համար:

Յեթե հանքը պահանջում է նախնական ավելի բարդ մշակում, ապա համապատասխանաբար փոփոխվում է լուծիչի բաղադրությունը, որինակ՝ հանքի ալյումինը ստացված պղինձ ոքսիդը դարձնում են պղինձ-սուլֆատ յերկաթ սուլֆատի ոգնությունը՝ հետևյալ ռեակցիաներով:



Կոլչեդանի ալյումինը ստացված պղինձ-սուլֆատ լուծելու համար — դործ է ածվում ֆեոի-սուլֆատ $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ ըստ հետևյալ ռեակցիայի՝



Վերև բերված լուծույթների ելեքտրոլիզից պղինձն ստացվում է միանգամից շատ մաքուր, մոտավորապես 99,96%:

§ 9. ԱՐԾԱԹԻ ՅԵՎ ՎՈՍԿՈՒ ՌԱՖԻՆԱՑԻԱ

ԱՐԾԱԹ

Մաքրման յենթակա արծաթից ձուլում են անոդներ և տեղափոքում 2% արծաթ նիտրատի (AgNO_3) և 1% ազոտական թթվի (HNO_3) խառնուրդում: Ելեկտրական հոսանքի ազդեցությամբ տակ արծաթը լուծվում է, իսկ կատոդի վրա նստում է մաքուր դրոսթյամբ (մոտավորապես 99,9%): Անոդային մատերիալ կարելի է ծառայեցնել կամ Դորեյի մետաղը կամ արծաթի ալ ձուլերը, վորոնցից հարկավոր է արծաթը դուրս բերել: Ելեկտրոլիզը կատարվում է փայտյա վաննաներում, վորոնք ներսից պատված են կուպրով, կամ կղմիդրի վաննաներում, վորոնք ունեն 3 — 4 մետր յերկայնություն և 50 — 60 սանտիմետր խորություն ու լայնություն: Անոդի հաստությունը 0,5 — 1 սանտիմետր են վերցնում: Վորպես կատոդ ծառայում է արծաթյան ֆոլգան (բարակ թիթեղը): Անոդները և կատոդները միացվում են դուգահեռ յեղանակով և ելեկտրոլիզը կատարվում է 1 վոլտ լարվածության տակ: Հոսանքի խտությունը կազմում է 250 ամպեր 1 մ² վրա:

Այս պայմաններում արծաթը կատոդի վրա նստում է շատ մանր կրիստալների ձևով, վորոնք վատ են կպչում կատոդին, դրա համար հեղուկթյամբ պոկվելով վայր են ընկնում: Այդ պատճառով ելեկտրոլիզի ժամանակ նպատակահարմար են գտնում այդ կրիստալները լրիվ պահել, և այդ կատարվում է փայտի ոգնությունը: Այսպիսով ամբողջ արծաթը թափվում է վաննայի հատակին տեղափոխված ցանցի վրա: Ռաֆինացիայի յենթարկված արծաթը լվանում են և հետո հալում:

Արծաթյա անոդի ամենից հաճախակի պատահող կեղտոտություն է պղինձը, վորն արծաթի հետ անցնում է լուծույթ, Յեթե վերը արված լարումը պահվում է անփոփոխ և յեթե լուծույթում ներկա յեն

պղինձի փոքր քանակություններ, այդ դեպքում չպետք է վախենալ վերջինիս նստելուց կատոդի վրա: Բայց յեթե լուծույթում պղինձի % -ը 5-ից անց է, այդ ժամանակ նա նստում է, հետևապես պղինձով կեղտոտված ելեկտրոլիտը պետք է նորոգել:

Ելեկտրոլիզի ժամանակ անոդից անջատվում է շլամ և նստում հատակին: Վորպեսզի շլամը չխառնվի արծաթի հետ, դրա համար անոդները շրջապատում են դիաֆրագմաներով, այսինքն՝ նուրբ կտորից պատրաստած պարկերով, վորոնց մեջ մնում է շլամը: Շլամը վոսկի յե պարունակում և կարող է պարունակել պլատին, այդ պատճառով գնում է հետագա մշակումների համար: Շլամը լվանալուց հետո հալում բորաքսի և սուլայի հետ միասին, վորից վերևում գոյանում է շլակ, իսկ նրա տակի մասսան թափում են կաղապարների մեջ (անոդի կաղապարներ), վորոնք գնում են վոսկի ստանալու համար: Արծաթի ռաֆինացիայի վերջ նկարագրած յեղանակը կոչվում է Մերիուսի յեղանակ: Նա հանդիսանում է ամենատիպիկը և տարածվածը:

Մնացած յեղանակներն ըստ ելույթյան չունեն նկարագրման արժանի առանձնահատկություններ:

Արծաթի ռաֆինացիան հանդիսանում է փոքր մասշտաբի արտադրություն, համեմատած պղինձի ելեկտրոմետալուրգիայի հետ: Արծաթի վաննաները չեն բռնում այնպիսի մեծ տարածություններ և չեն համախմբվում շարքերի և սերիաների, վորոնց թիվը կարող է մի քանի հարյուրի հասնել: Այնուամենայնիվ արծաթի ռաֆինացիան ունի բացարձակ մեծ արժեք, դրա համար այստեղ ել ելեկտրոլիզը մեծ ծառայություններ է մատուցել մետալուրգիային:

Վ Ո Ս Կ Ի

Վոսկու ռաֆինացիայի ժամանակ ոգտվում են այնպիսի ձևերից, վորոնք ընդհանրապես շատ նման են վերը նկարագրածին: Ելեկտրոլիզը կատարվում ֆայայսսի փոքրիկ վաննաներում: Անոդներն ունեն մոտավորապես հետևյալ չափերը՝ 0,5 սանտիմետր հաստություն, 5 + 12 սանտիմետր մակերես: Վորպես կատոդ ծառայում է վոսկու շատ բարակ թիթեղ, նույն մեծության մակերեսով: Վորպես ելեկտրոլիտ ծառայում է վոսկի-քլոր-ջրածնական թթվի (HFAuCl_4) լուծույթը, վորին ավելացված է 2 — 3% աղաթթու: Այս լուծույթը մեկ լիտրում պարունակում է 30 — 40 գրամ վոսկի:

Վոսկի անոդում հաճախ հանդիպող կեղտոտությունն է արծաթը՝ մոտ 5%, և այլ մետաղներ՝ մոտ 1%, վորոնց մեջ մտնում են կապարը, պլատինը, պալադիումը և մնացած պլատին մետաղների հետքերը: Դրանցից արծաթը, վորպես արծաթ-քլորիդ, և պլատին մետաղներից մի քանիսը մնում են վորպես անոդային շլամ, իսկ պլատինը, պալա-

դիտմը և կապարն անցնում են լուծույթի մեջ: Կապարից ազատվում են՝ նստեցնելով ծծմբական թթվով վորպես կապարսուլֆատ (PISO_4), իսկ պլատինը և պալադիումն աստիճանաբար կուտակվում են լուծույթի մեջ և կատոդի վրա չեն անջատվում, մինչև վոր պլատինի քանակը չի հասնում 50 — 60 գրամի մեկ լիտրում, իսկ պալադիումինը՝ 5 գրամի:

Ելեկտրոլիզը կատարվում է մեկ վոլտ լարվածությամբ տակ, իսկ հոսանքի խտությունը կազմում է 1200 ամպեր 1 քառակուսի մետրի վրա՝ կատոդի նկատմամբ:

Այս պրոցեսի մեջ բարդացում է հանդիսանում այն հանգամանքը, վոր լուծույթում, բացի վոսկու յեռվալենտ իոնից (Au^{+++}), գոյանում են միլալենտ իոնները (Au^+), վորոնք ռեակցիա տալով՝ $3\text{Au}^{+++} = \text{Au}^{+++} + 2\text{Au}$, մաքուր վոսկու կրիստալներ են անջատում վաննայի հատակին և պատերին: Յեթե անոդի արծաթի պարունակությունը 10%-ից անց է, այդ դեպքում անոդի լուծման պրոցեսը շուտով կանգ է առնում, քանի վոր մեծ քանակով գոյացող չլուծվող արծաթ քլորիդը (AgCl) ծածկում է անոդի մակերեսը, վորպես իզոլյատոր: Վերջին խոչընդոտը վերացնելու համար վաննայի միջով, բացի կայուն հոսանքից, անց են կացնում նաև փոփոխական հոսանք, վորի շնորհիվ վոսկի անոդի յեռեսից AgCl -ը հեռանում է, և լուծվելու պրոցեսը շարունակվում է:

Հաճախ ստացվում է 100%-ով մաքուր (զուտ) վոսկի:

§ 10. ՄՆԱՑԱԾ ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ՌԱՖԻՆԱՑԻԱՆ

Մնացած մետաղներից ելեկտրոլիտիկ յեղանակով ռաֆինացիայի յեն յենթարկվում ցինկը, նիկելը, կապարը, յերկաթը և անագը: Այս մետաղների ռաֆինացիայի յեղանակները պարունակում են իրենց մեջ բոլոր այն ձևերը, վորոնց մենք ծանոթացանք պղնձի ելեկտրոմետալուրգիան նկարագրելիս: Այնուամենայնիվ այս մետաղների ելեկտրոռաֆինացիան, բացառությամբ ցինկի, այժմ այնպես չի զարգացել, ինչպես պղնձի ելեկտրոլիզը: Միակ մետաղը, վորի ելեկտրոմետալուրգիան ռեֆեզ առաջ գնաց, հանդիսանում է ցինկը: Այժմ նա վոչ միայն ռաֆինացիայի յե յենթարկվում, այլ և ելեկտրոլիտիկ յեղանակով ստացվում է անմիջապես հանքերից:

Մինչև համաշխարհային պատերազմը միայն Գերմանիայում փոքր չափերով պատրաստվում էր ելեկտրոլիտիկ ցինկ, բայց պատերազմի ժամանակ այդ ցինկի մեծ պահանջ զգացվեց, այդ պատճառով ցինկի արտադրությունը խիստ մեծացավ: Միացյալ Նահանգներում 1923 թվին նրա արտադրությունը 71 088 տոննի յեր հավասար:

Թեպետ պատերազմից հետո ցինկի արտադրության ընդհանուր քանակը քիչ ընկավ, բայց ելեկտրոլիտիկ ցինկինը չընկավ, քանի վոր նա ստացավ մեծ կիրառություն զանազան ձուլեր պատրաստելու համար:

Մեզ մոտ — Խորհրդային Միությունում — Ալտայում բացվեց մեկ փոքր փորձնական գործարան, վորին հաջորդեց մեծ գործարանի գործարկումը:

Ցինկի հանքը մշակելով պատրաստում են ցինկ սուլֆատի (ZnSO_4) լուծույթ: Ելեկտրոլիզ կատարում են չլուծվող կապարյա անոդի ոգնությունով: Կատոդի վրա նստում է արտակարգ մաքուր ցինկ (99,9%), վորն իր հերթին կարելի յե յենթարկել հետագա ելեկտրոլիտիկ ռաֆինացիայի, յեթե նրանից պատրաստվեն անոդներ, և ելեկտրոլիզը տարվի մոտավորապես նույն կերպ, ինչ կերպ տարվում է պղնձի համար: Նիկելը ռաֆինացիայի յե յենթարկվում լուծվող անոդներով, նիկել-սուլֆատի թթու լուծույթում:

Կապարը նմանապես ռաֆինացիայի յե յենթարկվում կապարյա լուծվող անոդներով և նստեցվում է սիլիցիումֆուլատի ջրածնա-թթվավալան կապարի (PISi_6) լուծույթներից:

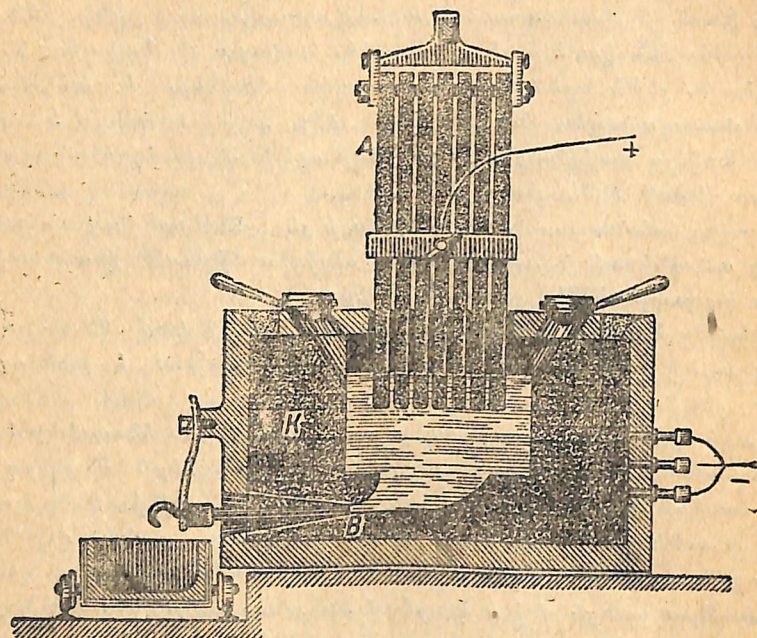
Յերկաթը նստում է ֆեռո սուլֆատի (FeSO_4) կամ ֆեռո-քլորիդի (FeCl_4) լուծույթներից, իսկ վորպես անոդ ծառայում է լուծվող յերկաթը:

Անագի ելեկտրոլիզի ոգտագործումը ձգտում է հեռացնելով յետստանալ անագով ծածկված յերկաթյա թիթեղների մնացորդներից (պահածոների սուլֆիդ և այլն) անագը: Այս թափթփուկների ոգտագործումն ունի տնտեսական մեծ նշանակություն, քանի վոր նրանք մեծ չափերով են կուտակվում: Ելեկտրոլիզի ժամանակ նրանք գտնվում են յերկաթյա ցանցի մեջ և կազմում են անոդը: Վորպես ելեկտրոլիտ կարող է ծառայել անագտերը քլորիդը (SnCl_4), նատրիում հիդրոքսիդ կամ, ամենից լավ է, անագ-սուլֆատ (SnSO_4) — խառնված կրիզոլսուլֆանաթթվի հետ: Լուծույթը կազմվում է SnSO_4 ՝ 54 գ, H_2SO_4 ՝ 15 գ յելատին՝ 0,5 գ, կրիզոլսուլֆոնական թթու՝ 30 գ, ջուր՝ 1 լիտր: Հոսանքի խտությունը $d = 0,005$ ամպեր 1 սմ²-ի վրա:

§ 11. ԱԼՈՒՄԻՆԻՈՒՄԻ ԵԼԵԿՏՐՈՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱՆ

Ալումինիումը ներկայումս պատրաստվում է բացառապես ելեկտրոլիտիկ յեղանակով: Այժմ նա ունի հսկայական կիրառություն վորպես մաքուր մետաղ և վորպես ձուլը: Նա ներկայացնում է սալառնակների, դիրիժաբլների և մոտորների մասերի համար մեծ անհրաժեշտություն: Ալումինիումի ելեկտրոլիզի համար, վորպես ելեկտրոլիտ ծառայում է հալած կրիտիդը (Na_3AlF_6), վորին ավելացրած մաքուր կավահող (Al_2O_3) — մոտավորապես 20%: Այս խառնուրդը հալում է Յելսիուսի 1000°-ից քիչ ցածր, զրա համար ելեկտրոլիտը կատարվում է այդ քան բարձր աստիճանի տակ: Կրիտիտը բնական հանք է, բայց քան բարձր աստիճանի տակ: Կրիտիտը բնական հանք է, բայց քան բարձր աստիճանի տակ: Կրիտիտը բնական հանք է, բայց քան բարձր աստիճանի տակ: Կրիտիտը բնական հանք է, բայց քան բարձր աստիճանի տակ:

պատրաստվում է բնական բոքսիդից: Ալումինիումը նստեցնելու համար ծառայում են հատուկ վաննաներ, վորոնք կարող են պահպանել 1000° Ց. բարեխառնութիւն: Նրանք պատրաստում են յերկաթից, իսկ ներսից պատված են արհեստական գրաֆիտով, իսկ դրսից ծածկված հրակայուն նյութով: Այդպիսի վաննայի հատվածքը տրված է նկ 6-ում:



Նկար 6.

Անոդները պատրաստվում են արհեստական գրաֆիտից ու վաննայի մեջ մտնում են վերևից կափարչի միջով: Նկ. 6-ի վրա նրանք նշանակված են A տառով: Վաննայի հատակը և պատերը ներսից ծածկված են գրաֆիտով, վորը ծառայում է վորպես կառուցող (նկարում K): Սկզբում, յերբ հոսանք բաց են թողնում, նա ծախսվում է խառնուրդը տաքացնելու և հալելու համար, վորից հետո սկսում է ալումինիումի անջատումը կատոդի վրա:

Հեղուկ ալումինիումն ունի ավելի մեծ տեսակարար կշիռ, քան միաներալների հալեցրած մասսան, այդ պատճառով նա կուտակվում է վաննայի հատակին, վորով և պաշտպանվում է ողի ոքսիդացնող աղ-դեցութիւնից. ողը շատ արագ կերպով ռեակցիայի մեջ է մտնում հալեցրած ալումինիումի հետ:

Վաննայի ներքևում կա բացվածք B, վորից մետաղը հեղուկ դրությամբ դուրս է հոսում և լցվում է կաղապարների մեջ: Ելեկտրոլիզի ժամանակ անոդի վրա անջատվում է թթվածին, վորը պրոցեսի բարե-

խառնութիւն տակ (1000° Ց.) ոքսիդացնում է անոդի գրաֆիտը: Այդ պատճառով վորոշ ժամանակ հետո անհրաժեշտ է փոխարինել նորերով:

Ներկայումս գոյութիւն ունեն ալումինիում ստանալու վաննաների մի քանի տիպեր. բայց ըստ ելութիւն նրանք բոլորն էլ շատ մոտ են նկար 6-ում պատկերված սխեմային: Փրանսիայում վաննաների կոնստրուկցիաներից շատերը պատկանում են Հերուլյին (Heroult), վորը պատրաստեց մեծ կիրառութիւն գտնող առաջին վաննան: Հյուսիսային Ամերիկայում ավելի գործածական է Հալլի սխեման, վորն առաջարկվել է Հերուլյի սխեմայի հետ միաժամանակ:

Ալումինիում պատրաստելու արդի արդյունաբերութիւն մեջ պահպանվում են հետևյալ պայմանները: Ելեկտրոլիզը կատարվում է 7—8 վորտի տակ: Հոսանքի մաքսիմալ խտութիւնը՝ $d = 250$ ամպեր 1 քառ. դեցիմետրի վրա, իսկ անոդայինը՝ մոտավորապես 500 ամպեր 1 քառակուսի դեցիմետրի վրա: Հոսանքի յեղքը հալասար է 75—80%:

Մեկ տոնն ալումինիումի համար ծախսվում է 23000 կիլովատ ժամ:

Ալումինիումի համաշխարհային արտադրութիւն մասին զաղափար կազմելու համար բերվում է աղյուսակ VI-ը (տես 32—33 էջ):

Մեզ մոտ — Սոհրդային Միութիւն մեջ — վերջերս նույնպես արտադրվում է ալումինիում՝ Լենինգրադում և Դնեպրի քիմիական կոմբինատում: Մեր յերկիրը նմանապես հարուստ է ալումինիումի հումքով:

Ալումինիումի արդյունաբերութիւն համար անհրաժեշտ է եփան ելեկտրական եներգիա, հակառակ դեպքում նա շատ թանգ կարծենա: Եփան եներգիայի համապատասխան աղբյուրներ — ջրի ուժի (սալիտակ ածուխ) ահռելի պաշար ունի ՍՍՀՄ, հանձինս մեր արագահոս և ջրառատ գետերի, վորոնց ոգտագործումը լայն մասշտաբով սկսված է առաջին հնգամյակում և այժմ մեծ թափով առաջ է տարվում (Դնեպրոգես, Վոլխովգես, Ավերգես, Ռիոնգես, Փանաքեոգես և այլն):

Հալեցրած միջավայրերի ելեկտրոլիզի միջոցով պատրաստվում են տեխնիկական մասշտաբով նաև նատրիում, կալցիում և մագնիզիում: մետաղները:

ՅԵՐՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ

ՍՊԻՏԱԿԵՑՆՈՂ ԱՂԵՐ ՅԵՎ ՔԼՈՐԱՏՆԵՐ

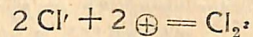
§ 12. ԹԵՈՐԻԱ

Աղերի և մասնավորապես նատրիում քլորիդի (NaCl) լուծույթներում գտնվում են ինչպես դիսոցման արդյունքները՝ նատրիում իոն Na^+ և քլոր իոն Cl^- այնպես և ջրի դիսոցման արդյունքները՝ ջրածին իոն (H^+) և հիդրօքսիլ իոն (OH^-), վերջիններս չափազանց փոքր քանակով:

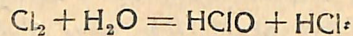
Մետաղական ալումինիումի

Պատվագրողներ	1913 թ.	1914 թ.	1915 թ.	1916 թ.	1917 թ.	1918 թ.
Մեծ Բրիտանիա	7 620	8 000	6 000	4 000	6 000	14 000
Կանադա	6 096	6 604	8 490	8 800	11 800	15 000
Ավստրիա	2 032	2 032	2 500	5 000	5 000	8 000
Ֆրանսիա	13 483	9 967	6 017	9 601	11 064	12 019
Գերմանիա	1 016	1 016	2 000	8 000	15 000	25 000
Իտալիա	874	937	904	1 126	1 740	1 715
Նորվեգիա	1 500	4 064	3 500	6 000	7 600	6 834
Շվեյցարիա	10 160	15 241	12 500	15 000	15 000	15 000
Միաց-Նահ.	9 465	48 666	45 000	63 000	90 000	102 000
	52 246	96 527	86 911	120 527	163 904	199 568

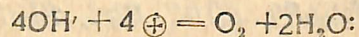
Յեթե չլուծվող ելեկտրոդներ (պլատին կամ գրաֆիտ) ողնությամբ նատրիում քլորիդի նորմալ լուծույթը (այսինքն լուծույթ, վորը 1 լիտրում պարունակում է $23 + 35,5 = 58,5$ գրամ աղ), յենթարկենք ելեկտրոլիզի, ապա անողի վրա ամենատառաջին պրոցեսը հանդիսանում է քլորիդի պարպումը և քլոր գազի անջատումը.



Բայց քլորն իսկույն մտնում է ռեակցիայի մեջ ջրի հետ, գոյացնելով աղաթթու և հիպոքլորային թթու.



Ներկա գտնվող մյուս OH^- անիոնը գտնվում է շատ փոքր կոնցենտրացիայով՝ C , քանի վոր չեղոք լուծույթներում այդ կոնցենտրացիան $\text{C} = 10^{-7}$ գրամ իոնի մեկ լիտրում և իր անջատման համար պահանջում է ավելի մեծ լարում։ Այդ պատճառով միայն փոքր քանակություներով անողի վրա չեղոքանում են OH^- իոնները և արտադրում թթվածին՝ ըստ սխեմայի



Լուծույթում գտնվող կատիոնների յերկու տեսակներից՝ Na^+ և H^+ , կատողի վրա ավելի հեշտ չեղոքանում է ջրածին իոնը (H^+) և անջատվում ջրածին $2\text{H} + 2 \ominus = \text{H}_2$ ։ H^+ իոնների պարպման հետևանքով նրանց քանակը փոքրանում է կատողի մոտ և քանի վոր ջուրը դիտողված է H^+ և OH^- իոնների, ապա ծախսված H^+ իոնների չափով ազատ հիդրոքսիլ OH^- իոնների քանակը մեծանում է և ներկա գտնվում

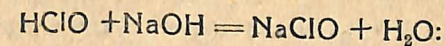
արտադրությունը (տոններով)

1919 թ.	1920 թ.	1921 թ.	1922 թ.	1923 թ.	1924 թ.	Գործարանների հնարավոր կարողություն. KW-երով
10 000	7 116	5 000	9 500	8 500	7 000	14 000
15 000	15 000	4 000	9 000	16 500	16 000	18 000
5 000	2 000	2 000	4 000	4 000	3 000	10 000
10 225	10 000	6 000	12 000	12 000	18 500	30 000
15 000	10 000	10 000	12 000	16 100	18 500	40 000
1 673	1 200	740	630	1 473	2 000	8 000
3 120	4 000	8 000	6 000	13 319	19 953	30 000
15 000	12 000	10 000	12 000	15 000	19 000	25 000
90 000	90 000	28 750	52 000	97 000	85 000	125 000
165 048	146 316	74 490	117 130	183 892	188 953	300 000

վող Na^+ իոնների հետ գոյացնում են հիմք—նատրիում հիդրօքսիդ (NaOH):

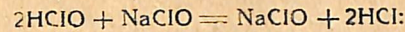
Ելեկտրոլիզի հետևանքները լինում են բոլորովին տարբեր, կախված այն հանգամանքից, թե լուծույթի անողը և կատողը շրջապատող շերտերը հնարավորություն ունեն, թե չունեն իրար հետ խառնվելու։ Սպիտակեցնող լուծույթներն ստացվում են հատկապես ելեկտրոլիզի այն դեպքում, յերբ ելեկտրոլիզի ժամանակ այդ շերտերն ազատ խառնվում են։

Այս գլխում կղիտվեն հիշված սպիտակեցնող խառնուրդներն ստանալու յեղանակներ. դրանցից՝ հատկապես նատրիում հիպոքլորիտի (NaClO) լուծույթի, վորն ունի առանձնապես մեծ կիրառություն հատկապես բամբակյա գործվածքների գործարաններում (հյուսվածքների գունաթափման համար), թղթի գործարաններում և ցելուլոզների ֆաբրիկաներում։ Ինչպես ցույց տրվեց, նատրիում քլորիդի ելեկտրոլիզի ժամանակ անողի վրա գոյանում է հիպոքլորային թթու (HClO), իսկ կատողի վրա՝ նատրիում հիդրօքսիդ (NaOH), անողային լուծույթի (անոլիտի) և կատողային լուծույթի (կատոլիտի) խառնվելուց, թթուն հիմքի հետ կազմում է աղ՝ նատրիում հիպոքլորիդ (NaClO):

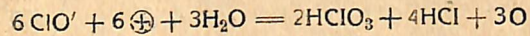


Դժբախտաբար այս պրոդուկտի գոյացմամբ գործը չի վերջանում, քանի վոր այդ պայմանների աղեկցություն տակ յենթարկվում է հետագայում անցանկալի քիմիական և ելեկտրոքիմիական փոփոխության։

Հիդրօքսիդային թթուն օեակցիայի մեջ և մտնում նատրիում հիպօքսիդին հետ, կազմելով նատրիում քլորատ (NaClO_3), վորը չի կորող ծառայել սպիտակեցնելու նպատակներին համար օեակցիան կարելի չի գրել հետևյալ ձևով՝



Հացի այդ, NaClO -ի դիօքսիդիայի ժամանակ լուծույթում գոյանում են ClO' իօններ, վորոնք անողի վրա չեզոքանալով, այսինքն մասնակցելով ելեկտրոքիմիական պրոցեսում, գոյացնում են քլորա և անջատում թթվածին՝



Ստացված թթուները — քլորական (HClO_3) և քլորջրածնական (HCl) հանդիպելով կատոդի հիմքի հետ՝ չեզոքանալով գոյացնում են համապատասխան աղեր — NaClO_3 և NaCl :

Այդ անցանկալի բարդությունների դեմ պայքարելու համար պետք է պահպանել հետևյալ պայմանները, վորպիսի սպիտակեցնող աղի քանակը չփոքրանա, և ելեկտրական եներգիան իզուր տեղը չծախսվի ClO' -ի ռօքսիդացման համար:

1. Չպետք է թույլ տալ, վոր գոյացած սպիտակեցնող աղը մեծ կոնցենտրացիայի հասնի, քանի վոր համաձայն մասսաների ազդման որենքի՝ քիմիական ֆլասակար օեակցիայի արագությունն աճում է այդ թթվի և նրա աղի կոնցենտրացիաներին համապատասխան: Վերջին միացությունների ավելորդ կուտակման հետ մեծանում է նաև ելեկտրոքիմիական ռօքսիդացման օեակցիայի արագությունը: Պրակտիկայում սովորաբար չեն պատրաստում սպիտակեցնող լուծույթներ, վորոնք պտրունակում են ավելի քան 10 — 12 գրամ «ակտիվ» քլոր մեկ լիտրում: «ակտիվ քլոր» ասելով հասկացվում է NaClO -ի մեջ գտնված քլորը:

2. Ելեկտրոլիզը պետք է տանել ցածր բարեխառնության տակ, վոր բարձր քան 14 — 15°, վորպեսզի քլորատի գոյացման օեակցիայի արագությունը չմեծանա, քանի վոր օեակցիայի արագությունը մեծանում է ջերմաստիճանի բարձրացման հետ: Այդ պատճառով ելեկտրոլիզը պետք է կատարել սառեցնելով:

3. Վորպեսզի հաջողությամբ չեզոքացվեն NaClO -ի վրա ազդող ֆլասակար քիմիական օեակցիաները, անհրաժեշտ է ստեղծել պայմաններ, վորոնց ազդեցությամբ հնարավոր լինի այդ աղը արագ ստանալ, — մի բան, վորին կարելի չի հասնել անողի վրա հոսանքի խտությունը (d) մեծացնելով:

Վերջապես պետք է նշել, վոր գոյացած սպիտակեցնող աղը, հասնելով կատոդին, նրա վրա անջատվող ջրածինը նորից վերականգնվում է մինչև նատրիումքլորիդ (NaCl), ըստ հավասարության՝



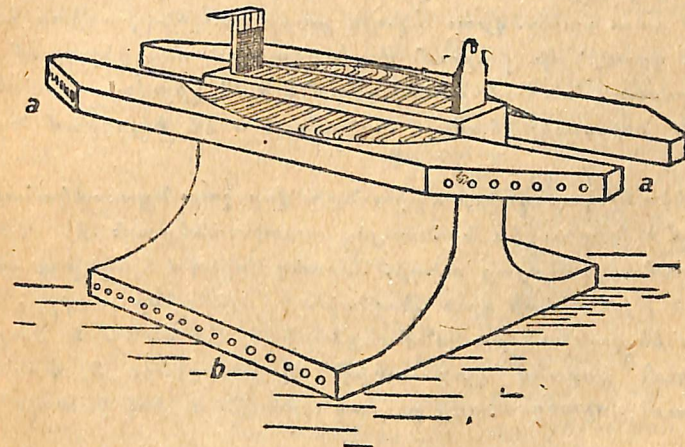
Այս կողմնակի ֆլասակար օեակցիան լիովին վերացվում է, յեթե մոցենք լուծույթի մեջ կալիում քրոմատի (K_2CrO_4) փոքրիկ քանակներ, որինակ՝ 0,1 — 0,1% մագնիում քլորիդ և կալցիում քլորիդ:

Սպիտակեցնող աղերի տեխնիկական պատրաստման ժամանակ նկատվեն առնվում թեորետիկ բոլոր այս հանգամանքները և դրանց հիման վրա ստեղծում են արդյունաբերության մեջ կիրառվող տեխնիկական պայմանները՝ միաժամանակ հաշվի առնելով գործնական պահանջները:

Համաձայն այդ բոլորի մշակված են սպիտակեցնող աղերի տեխնիկական պատրաստման միշարք մեթոդներ, վորոնցից բերվում են ամենաբնորոշները:

§ 13. ՀԱԱՍԻ ՅԵՎ ԵԹԵԼԻ ՅԵՂԱՆԱԿԸ (HAARS UHD OETTEI)

Ելեկտրոլիզը կատարվում է կղմինդրյա ուղղանկյուն անոթի մեջ, վորն արհեստական գրաֆիտի ելեկտրոդային թիթեղներով բաժանվում է առանձին մասերի: Թիթեղները տեղավորված են անոթի ներսի կողմում գտնվող ակոսների մեջ (նկ. 7): Դինամոմեքենայից ելեկտրական



Նկար 7.

հոսանքն անմիջապես մոցվում է միայն յերկու ելեկտրոդներից, վորոնցից մեկը ծառայում է վորպես անող, իսկ մյուսը՝ վորպես կատոդ: Գրաֆիտի մնացած թիթեղները հանդիսանում են յեկեկե ելեկտրոդներ, քանի վոր դրանցից մի կողմը ծառայում է վորպես անող, իսկ մյուսը՝ վորպես կատոդ, ճիշտ այնպես, ինչպես մենք տեսանք վերևում նկարագրված պղնձի ռաֆինացիայի հաջորդական յեղանակի ժամանակ: Վաննայի յուրաքանչյուր բաժանմունքում գրաֆիտի պատերից մեկը ծառայում է վորպես անող, նրա վրա անջատվում է քլորը և գոյաց-

նում HClO , հակադիր կողմը ծառայում է վորպես կատող և հանդիսա-
նում է հիմքի կազմվելու տեղը:

Հետևապես յուրաքանչյուր բաժանմունքում կան սպիտակացնող
աղբերի գոյացման անհրաժեշտ բոլոր պայմանները:

Յուրաքանչյուր բաժանմունքի վերևից կա բացվածք, վորից՝ շնոր-
հիվ անջատվող գազի, հատկապես ջրածնի ալդեգուլթյան, ելեկտրոլիտը
փրփրում է, բարձրանում մինչև այդ բացվածքների մակերևույթը և
հոսում դրսի սառեցնող բակի (գուռ) մեջ, ուր տեղավորված է ելեկ-
տրոլիզի վաննան:

Արտաքին բակի հեղուկը սառեցվում է պարուրակ-խողովակների
աղեկությամբ, վորոնց միջով ջուր է հոսում: Այդ լուծույթը սառելով
թափանցում է ելեկտրոլիզի անոթի մեջ, վերջինիս հատակին գտնված
անցքերից:

Միջանկյալ ելեկտրոդների թիվը պետք է այնքան լինի, վոր դի-
նամոմեքենայի ամբողջ լարվածությունը լրիվ ոգտագործվի: Որինակ՝
յեթե դինամոն ունի 115 վոլտ, ապա պատրաստում են 28 բաժան-
մունք: Ելեկտրոլիզի ժամանակ հոսանքի խտությունը հասնում է 0,14
ամպերի 1 քառ. սանտ. վրա: Ակտիվ քլորի կոնցենտրացիան հասցվում
է 10 — 17 գրամի՝ մի լիտրում, վորի դեպքում մեկ կիլոգրամ ակտիվ
քլորի պատրաստման համար ծախսվում է 9,42 կիլովատ-ժամ եներգիա:
Այդ նույն նպատակի համար ծախսվում է 14 կիլոգրամ նատրիում
քլորիդ:

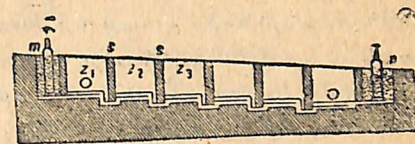
Յերկբեռ ելեկտրոդների սկզբունքը, վոր շատ նպատակահարմար է,
կիրառվում է նմանապես և հետևյալ ապարատներում: 1) Կ ե լ ն ե ռ ի
ապարատում ուղղահայաց տիպի, վորտեղ վորպես ելեկտրոդ ծառայում
են ապակե թիթեղների վրա փաթած պլատինի լարերը, վորոնք
բաժանում են վաննան բաժանմունքների: 2) Ս ի մ ե ն ս և Հ ա լ ա կ ե յ ի
ապարատում, վորտեղ կան ածխի ելեկտրոդներ: 3) Շ ու կ ե ռ տ ի
ապարատում, վորտեղ անոդը բարակ պլատին է, իսկ կատողը՝ ածուխ:

§ 14. ԿԵԼՆԵՐԻ ՅԵՂԱՆԱԿ

Կելների հորիզոնական պլատին ելեկտրոդներ ունեցող ապարատը
առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում: Յեմենտի յերկար վան-
նան ուղղահայաց, մինչև հատակը չհասնող ապակե թիթեղներով բա-
ժանվում է մասերի: Յերկու ամենածայրի ելեկտրոդները ծառայում են
հոսանքի միացման համար, մեկը անոդ (+), մյուսը՝ կատող (—) (նկ. 8):

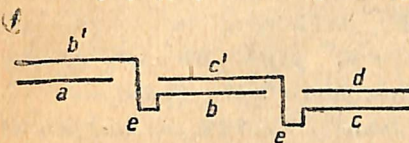
Հետևենք, թե ելեկտրոլիզի ժամանակ ապարատում ինչպիսի փոփո-
խություններ կառաջանան: Դուրս գանք ալ կողմի ամենավերջի կա-
տողից՝ d , վորը ներկայացված է առանձին, (նկար 9-ում): d կատողի
վրա գոյանում է հիմք, իսկ c անոդի վրա գոյանում է քլոր: Այդ

անոդն իր մի ծայրով դտնվում է ամենաաջ բաժանմունքում, իսկ մյուս-
ը ծայրով անցնում է դիաֆրագմայի տակից (նկ. 9) և դուրս գալիս
հարևան բաժանմունքում, վորտեղ նա դուրս է գալիս վերևից և ծա-
ռայում է վորպես կատող: Այդ բաժանմունքում վորպես անոդ ծառա-
յում է b ելեկտրոդի ծայրը, վորը դտնվում է կատողի տակը. անոդի-



Նկար 8.

մյուս b' ծայրը ծառայում է վոր-
պես կատող: 3-րդ բաժանմուն-
քում և այդպես շարունակաբար:
Այս յեղանակի առավելությունն
այն է, վոր ներքևի ելեկտրոդի
վրա գոյացած քլորը բարձրա-
նում է վերև դեպի կատող. իսկ
վերջինիցս գոյացած հիմքը հոսում է դեպի ներքև: Դրանով ստեղծ-
վում են հիմքի և քլորի, նմանապես HClO -ի հանդիպման ամենաբա-
րենպաստ պայմանները, հետևապես հիմնական ռեակցիայի (նատրիում
հիպոքլորիդի՝ NaClO գոյացման) առաջուլթյան մեծացում: Այս ապա-
րատում կարելի չէ հասնել 15 գրամ ակտիվ քլորի պարունակությա-
նով լիտրում, և յուրաքանչյուր
կիլոգրամ ակտիվ քլորի համար
ծախսել ընդամենը 5,65 կիլո-
վատ-ժամ ելեկտրական եներ-
գիա: Ակտիվ քլորի մեծ ակտի-
վություններ, որինակ՝ մինչև 50
գրամ մեկ լիտրում, կուտակվելու դեպքում, համաձայն թեորետիկ մա-
սում հիշատակված պատճառների, 1 կիլոգրամի գոյացման համար ան-
հրաժեշտ եներգիան բարձրանում է մինչև 9 կիլովատ-ժամ:



Նկար 9.

Վերջապես պետք է նկատել, վոր սպիտակեցնող աղբերի ելեկտրոդի
միակն պատրաստումը մեծ չափով տարածվեց, վորովհետև նա տալիս
է ավելի ուժեղ գունաթափող նյութեր, քան այդ քիմիական յեղանա-
կով պատրաստված քլորակիրը՝ CaOCl_2 :

Սպիտակեցնող լուծույթները պատրաստվում են այն գործարաննե-
րում, վորտեղ և նրանք գործ են ածվում, քանի վոր աղեր պինդ վի-
ճակում ստանալը դժվար է և ավելորդ, իսկ լուծույթների տեղափո-
խությունը շատ թանկ է նստում:

§ 15. ԲԵՐՏՈՒԵՏՅԱՆ ԱՂ

Բերտոլետյան աղը (KClO_3) սպիտակեցնող աղ չի հանդիսանում.
կիրառվում է լուցիլու արդյունաբերությունում մեջ, պիրո-տեխնիկայում,
բժշկության մեջ և պայթուցիկ նյութերի տեխնոլոգիայում:

Բերտոլետյան աղ պատրաստելու համար վորպես յելանյութ ծառա-

յում և կալիում քլորիդի (KCl) ջրային լուծույթը, վորի համար երեկտրոքիմիական պրոցեսը գնում և ճիշտ այնպես, ինչպես նատրիում քլորիդի համար: Այս գլխի սկզբներում տեսանք, վոր քլորատների, այսինքն՝ քլորական թթվի ($HClO_3$) աղերի գոյացմանը նպաստում և բարձր ջերմաստիճանը և տեական երեկտրոլիզը: Հետևապես այն պայմանները, վորոնցից պետք եր խուսափել՝ սպիտակեցնող աղեր պատրաստելու ժամանակ, նրանք միանգամայն անհրաժեշտ են բերտոլետայան աղերի և ընդհանրապես քլորատների գոյացման համար: Այդ պատճառով երեկտրոլիզի ժամանակ պահպանվում և բարձր բարեխառնություն՝ 70 — 75°, 8. իսկ հոսանքի խտությունը անոդի վրա՝ $d=0,2$ ամպեր մի քառակուսի սանտիմետրի վրա:

Առաջներում բերտոլետայան աղ պատրաստելու համար բացառապես դործ եյին ածում յերկրեեռ պլատինի երեկտրոդներ, վորով երեկտրոլիտիկ վաննաների ինքնարժեքը խիստ բարձրանում եր: Ներկայումս աշխատում են անոդների և կատոդների գուգահեռ միացումով, և անոդը պատրաստվում և հալեցրած յրկաթօսիդից — մագնետիտից, իսկ կատոդը՝ նիկելի և պղնձի ձուլից: Պատրաստի պրոդուկտը՝ աղը երեկտրոլիզի ժամանակ կրիստալանում և լուծույթից և երեկտրոլիզի դադարեցնելուց գրեթե լրիվ անջատվում և, յեթե լուծույթը պաղեցնում են: Այդպիսով $KClO_3$ -ը հեշտ և ստացվում պինդ վիճակում:

Վաննաները պատրաստվում են ցեմենտից և ունեն քառանկյան ձև: Գրեթե հազեցրած լուծույթին ավելացնում են քիչ աղաթթու և կալիում քրոմատ (K_2CrO_4), վորպեսզի խանգարեն բերտոլետայան աղի վերականգնումը կատոդի վրա:

Առանձին վաննաներ միացվում են իրար հետ հաջորդական կերպով: 1 կիրլոգրամ բերտոլետայան աղի համար ծախսվում և 7 — 8 կիրլոպատ ժամ:

Նման յեղանակով պատրաստվում և նատրիում քլորատ՝ $NaClO_3$: Այս աղերն առաջներում պատրաստում եյին քիմիական յեղանակով, իսկ այժմ՝ բացառապես երեկտրոքիմիական յեղանակով:

ՉՈՐՐՈՐԴ ԴԼՈՒՄ

ԿՇՈՒ ՀԻՄՔԵՐ ՅԵՎ ՔԼՈՐ

§ 16. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԴԻՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Նախորդ գլխում մենք տեսանք, թե նատրիում քլորիդի և կալիում քլորիդի ջրային լուծույթի երեկտրոլիզի պրոցեսներն ինչպես են գնում, և ինչ պրոդուկտներ են գոյանում, յեթե մենք հնարավորություն տանք անոլիտին և կատոլիտին խառնվելու: Ընդհակառակը,

յեթե թույլ չտանք, վոր անոլիտը և կատոլիտը հանդիպեն իրար, ապա կատոդի վրա կանջատվի ջրածին և նրա մոտ կհավաքվի հիմք, այսինչ անոդի վրա կանջատվի մաքուր քլոր:

Նատրիում հիդրոքսիդը զանազան արդյունաբերությունների (սապոնի, թղթի) մեջ ունի մեծ կիրառություն: Երեկտրոլիզի մյուս պրոդուկտի՝ քլորի կիրառությունն առաջներում ոահմանափակված եր, և այդ հանգամանքը փոքրացնում եր նատրիում հիդրոքսիդն երեկտրոլիտիկ յեղանակով պատրաստելու ձևի շահավետությունը և դրանով նա դժվարացնում եր նրա զարգացումը: Գլորի կիրառման շրջանակներն աստիճանաբար ընդլայնվեցին, հատկապես այն ժամանակ, յերբ հնարավոր դարձավ քլորը տեխնիկական մասշտաբներով հեղուկ դարձնել, վորով հնարավոր եր առանձին բալոններում տեղափոխել քլորն արտադրման տեղից գործադրման տեղը: Ներկայումս նա գործ և ածվում քլորակիր պատրաստելու համար՝ մի շարք քլոր պարունակող որգանական միությունների համար, որինակ՝ տետրաքլոր ածխածին (CCl_4) քլորոֆորմ ($CHCl_3$), քլորբենզոլ և այլն, վորոնք ունեն այս կամ այն կիրառություն: Գլորը կիրառվում և ուղղական գործում, վորպես հարձակման և թունավորման միջոց. նմանապես մտնում և ուղղական քիմիայի մեջ գործածվող նյութերի բաղադրությունների մեջ, ինչպիսին են իսրիտ, դիֆենիլիսոլորաին, ֆոսգեն և այլն: Վերջապես մշակված են յեղանակներ՝ կատոդի վրա անջատվող ջրածինը և անոդի վրա անջատվող քլորն իրար հետ միացնելով ստանալ HCl , վորն ստացվում և միանգամայն մաքուր, ունի բազմաթիվ կիրառություններ, վորոնց թվում նաև սինթետիկ կաուչուկի արդյունաբերությունից մեջ:

Դանի վոր քլորը և նատրիում հիդրոքսիդն արդյունաբերությունից համար շատ մեծ նշանակություն ունեն, և միաժամանակ երեկտրոքիմիական ճանապարհով կարող են ստացվել միանգամայն մաքուր գրություն մեջ և շատ եժան, այդ պատճառով երեկտրոլիզի տեխնիկայում բազմաթիվ ձևեր են մշակված:

Այդ ձևերն իրարից տարբերվում են զլխավորապես այն բանով, թե ինչ կերպ և բաժանվում անոդային տարածությունը կատոդայինից. այդ ձևերը կարելի յ և բաժանել յերեք խմբի՝ դիաֆրագմային՝ «զանգի» և սնդիկի յեղանակներ:

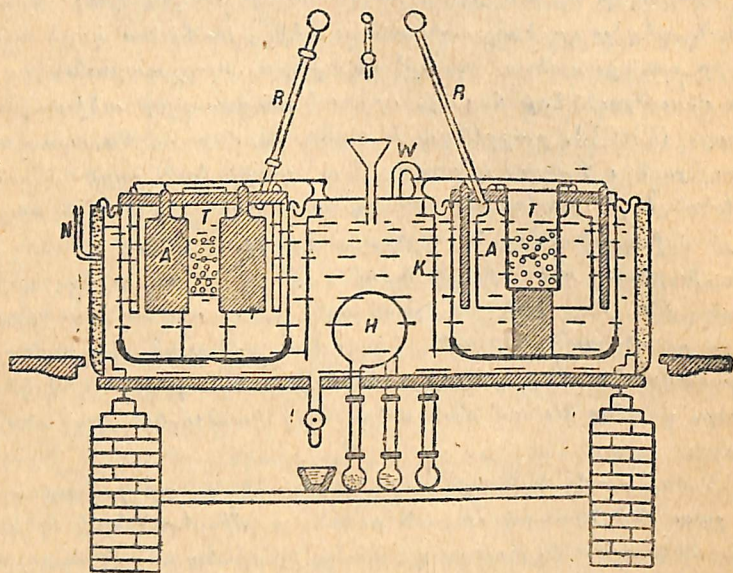
§ 17. ԴԻԱՖՐԱԳՄԱՅԻՆ ՅԵՂԱՆԱԿՆԵՐ

Սրանց հիմնական նշանը հանդիսանում և անոդի հեղուկի կամ անոլիտի բաժանումը կատոդի հեղուկից՝ կատոլիտից, դիաֆրագմայի միջոցով, վորը թափանցիկ և երեկտրական հոսանքի համար, բայց խանգարում և, վոր յերկու հեղուկներն ամրջականորեն խառնվեն:

Այդպիսով անողի վրա առանց արգելքի կուտակվում է քլոր, վորը նախ հագեցնում է լուծույթը, հետո անջատվում է, իսկ կատողի վրա գոյանում է նատրիում հիդրօքսիդ և անջատվում է ջրածին: Դիաֆրագմաները պատրաստվում են ուղղաձիգ և հորիզոնական ձևի:

ԳՐԻՄՆԱԾՄ — ԵՆԵԿՏՐՈՆԻ ՅԵՂԱՆԱԿԸ

Դրիսիայում—Ելեկտրոնի յեղանակը հանդիսանում է ուղղահայաց դիաֆրագմաներով վաննաների որինակը: Նկ. 10-ը ներկայացնում է վանայի ուղղահայաց հատվածքը, իսկ 11 նկարը՝ հորիզոնական հատվածքը: Նորագույն տիպերի վաննաներում դիաֆրագման ներկայացնում է արկղ (10 նկարի վրա J), վոր պատրաստված է ցեմենտից այն

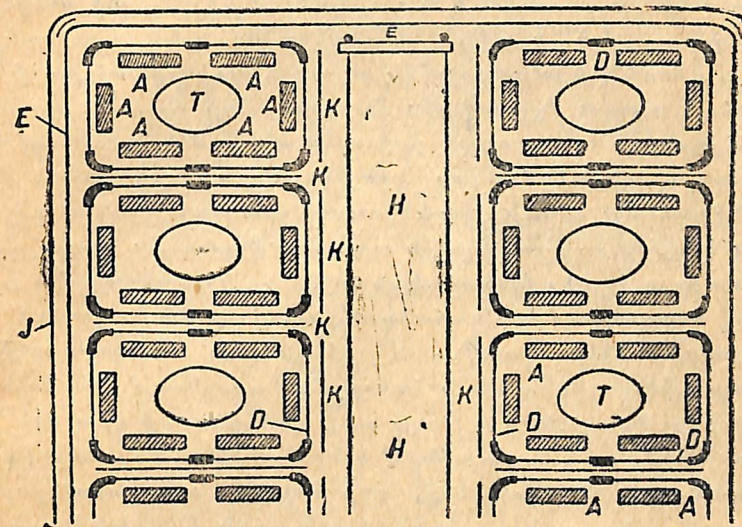


Նկար 10.

կերպ, վոր ունի մանր ծակոտիներ, վորոնց միջով կատարվում է անուլիտի և կատոլիտի շփումը: Այդ արկղ-դիաֆրագմայում ընկղմում են մոտ 6 հատ անողային թիթեղներ՝ A (նկ. 10), և լցնում նատրիում քլորիդի լուծույթ, վորը պետք է ծառայի վորպես անուլիտ: Ցեմենտի նման մի քանի արկղներ տեղավորում են յերկաթե բակի մեջ, վորն իր հերթին լցվում է աղի լուծույթով և ծառայում է վորպես կատոլային տարածություն. վորպես կատոդ ծառայում են յերկաթե բակի պատերը և յերկաթե հատուկ զուրը՝ K: Նկ. 11-ի վրա տրված է այդպիսի վանայի հորիզոնական հատվածքը:

Նրա վրա ցույց են տրվում վեց ցեմենտի արկղեր իրենց անողնա-

քով A և անուլիտը: K ներկայացնում է կատոդները, իսկ H—խողովակը, վոր ծառայում է վաննան գոլորշիներով տաքացնելու համար: Նկար 10-ի վերևի մասում ցույց է տրված R խողովակը՝ քլորը հեռացնելու համար: Նրա վրա յերևում է նմանապես զլանաձև անոթի՝ T-ի հատվածքը, վորը լցվում է պինդ աղով, վորպեսզի լուծույթը պահպանվի հազեցած դրուժյան մեջ: Այդ անողն ոժտված է մի շարք բացվածքներով, վորպեսզի լուծույթն ազատ հաղորդվություն ունենա աղի հետ:



Նկար 11.

Սուրբարար անողները պատրաստվում են արհեստական գրաֆիտից կամ մագնիտներից. վերջինս ավելի լավ է: Ցերկաթյա կատողի բակը դրսից պատվում է կիզիլգուրով: Անողային և կատոլային տարածությունները ծածկվում են առանձին ծածկերով, իսկ անողից անջատված քլոր գազը և կատողից ջրածինն առանձին խողովակներով հեռացվում են:

Անողային արկղի մոտավոր մեծությունն է՝ 1,1 մետր յերկարություն, 0,75 մետր լայնություն և 1 մետր բարձրություն: Ցուրաքանչյուր բակի չափն է 4,8 մետր յերկարություն, 3,3 մետր լայնություն և 1 մետր խորություն:

Բոլոր անողները միացվում են իրար հետ զուգահեռ ձևով. այդպես նաև կատոդները: Ելեկտրոլիզը տարվում է 80՞ Ց. տակ. հոսանքի անողային խտությունն է $d = 0,02$ ամպեր մեկ քառակուսի սանտիմետրի վրա. Հաննայի կլեմների վրա լարումն է 3,6 վոլտ: Ցեթե ունենք դինամոմեքենա 110 վոլտ, ապա կարելի յե շղթայի մեջ հաջորդաբար

առցնել մինչև 30 վաննա: Այս սխառեմի վաննաներից ստացվում է 4—5% նատրիում հիդրօքսիդ պարունակող լուծույթ, վորից հետո լուծույթը գոլորշիացնում են մինչև մեծ կոնցենտրացիայի մաս՝րը:

Դիաֆրագմայի վաննաները կիրառվում են Գերմանիայում, Սպա-
ռիայում, Ֆրանսիայում և մեզնում՝ ԽՍՀՄ-ում, որինակ՝ Սլավյանսկի
գործարանում:

Այս յեղանակի պակասություններից են հետևյալ հանգամանքները:
Կատոլիտում հիմքի կուտակման հետ ավելանում է OH' իոնի կոնցենտ-
րացիան, վորն ավելի և ավելի մասնակցություն է հայտնաբերում
ելեկտրական հոսանքի տեղափոխման գործում, ուղևորվելով քլորի հետ
միասին դեպի անոդը: Դրանով մեր նպատակների համար՝ ոգտակար
նատրիում քլորիդի ելեկտրոլիզի փոխարեն սկսվում է նատրիում հիդ-
րօքսիդի ելեկտրոլիզի ֆնասակար պրոցեսը, վորն ուղեկցվում է թթ-
վածնի անջատումով անոդի վրա և կատոդի մոտ պահպանվում է հիմքի
անփոփոխ կոնցենտրացիա: Վերջին պրոցեսը ֆնասակար է այն պատ-
ճառով, վոր նրա համար ելեկտրական եներգիա յե ծախսվում է քլորը
թթվածնով կեղտոտվում է, մի հանգամանք, վորը հետագայում վոչ
ցանկալի արդյունքներ է տալիս: Վորպեսզի ըստ հնարավորության
խուսափենք ելեկտրականության հաղորդման պրոցեսում OH' իոնների
մասնակցությունից, չպետք է թույլ տալ, վոր կատոդի վրա մեծ քա-
նակությամբ հիմք գոյանա, այսինքն՝ կոնցենտրիկ լուծույթներ չպետք
է պատրաստել: Յեթե ստիպենք, վոր հեղուկը անուլիտից շարժվի
դեպի կատոլիտը վոչ պակաս արագությամբ, քան OH' իոնի արագու-
թյունն է, դրանով իսկ մեծ հաջողությամբ խանգարած կլինենք OH'
իոնների շարժումը դեպի անոդը:

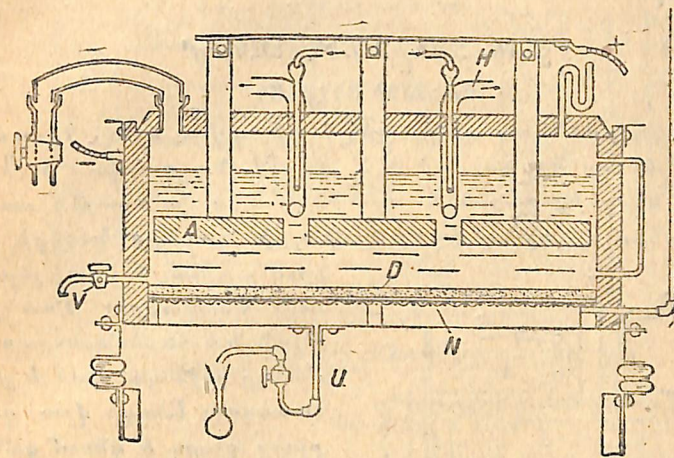
ԲԻԼԻՏԵՐ-ՄԻՄԵՆՍԻ ԴԻԱՖՐԱԳՄԱՅԻՆ ՅԵՂԱՆԱԿԸ

Բիլիտերի յեղանակը հանդիսանում է հեղրօքսիլ իոնների շարժման
դեմ պայքարելու հաջող որինակ: Այդ յեղանակով հնարավոր է բավա-
կան կոնցենտրիկ լուծույթներ ստանալ՝ 12—16% N. OH և 18—20%
 KOH , գրեթե առանց հոսանքի կորստյան, յեւքը մոտ 95%:

Բիլիտերի յեղանակի հիմնական գաղափարը պարզվում է նկ. 12-ով:
Ներսը բետոնից պատած յերկաթե վաննայում վերևից կախարչի մի-
ջից անցնում են գրաֆիտի կամ մագնիտեղի անոդներ՝ A, վորոնք
միացված են զուգահեռ ձևով:

Վաննայի ներքևում հատակին զուգահեռ տեղավորված է յերկաթյա
ցանց N, վորը ծառայում է վորպես կատոդ. նա վերևի կողմից ծածկ-
ված է դիաֆրագմայով՝ D, վոր բաժանում է վերևի անուլիտի հեղու-
կից: Դիաֆրագման պատրաստվում է ազբեստի թելերի և բարիում սուլ-
ֆատի (BaSO_4) խառնուրդից: Կատոդային տարածությունն ունի դուրս

տանող խողովակ՝ H ջրածնի համար, իսկ անոդային տարածությունը
քլորի համար: Ադի լուծույթը վաննայի մեջ է մոցվում վերևից. ծծվե-
լով դիաֆրագմայի միջով անցնում է կատոդին, և այդ ժամանակամի-
ջոցում կատոդի վրա գոյանում է բավարար քանակով հիմք, և վան-
նայի ներքևի U բացվածքից դուրս թափվում: Հեղուկի անոդից դեպի
կատոդ շարժվելու հանգամանքը խանգարում է OH' իոնի առաջխաղաց-
ման: Բացի այդ, դիաֆրագմայի դեպի անոդ ուղղված մակերեսի վրա

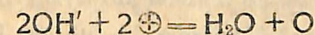


Նկար 12.

կատարվում է անուլիտի դանդաղ արտահոսում V բացվածքից, վորն
էլ ավելի փոքրացնում է OH' իոնների առաջխաղացումը դեպի անոդ:
Ելեկտրոլիզը կատարվում է 80—90° բարեխառնության մեջ. հոսանքի
անոդային խտությունն է՝ $d = 0.046$ քառակ. սանտ. անոդի մակերեսի
վրա: Վաննայի լարվածությունն է 3—5 վոլտ. քլորը պարունակում է
թթվածնի միայն հետքեր և մոտավորապես 1,5% ածխաթթու գազ:

ԼՐԱՑՈՒՑԻ 2 ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲԼՈՐԻ ՄԱՍԻՆ

Մենք տեսանք, վոր Բիլիտերի յեղանակի դեպքում քլորը կարող է
կեղտոտվել ածխաթթու գազով (CO_2): Այս գազի տոկոսային պարու-
նակությունը մյուս յեղանակների մոտ կարող է շատ ավելի լինել և
նաանել մինչև 15%-ի: Սրա պատճառը հիդրօքսիլ անիոնների պար-
յունն է անոդի վրա՝



և նմանապես SO_4'' իոնների, վորոնք կան NaCl -ի լուծույթի մեջ՝ վոր-
չես սուլֆատ միացություններ:

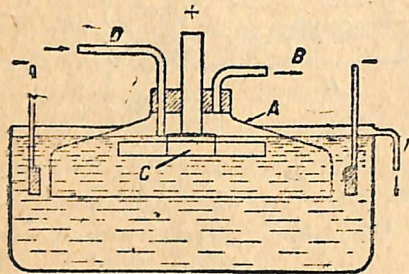


Անջատվող թթվածինն ոքսիդացնում է գրաֆիտի անոդը, գոյացնելով ածխածին թթու գազ՝ CO_2 ։ Այս գազն առանձնապես ֆլուսակար է, յեթե քլորը գործ է ածվելու քլորակիր պատրաստելու համար։ Բայն այն է, վոր քլորի միջով կազմված աղը շատ անկայուն է և պահելու դեպքում հեշտությամբ քայքայվում է։ Այդ պատճառով աղի լուծույթները հնարավոր չափով պետք է ազատ լինեն սուլֆատ աղերից, և նրա պատահաբար է գործածել վոչ թե գրաֆիտի, այլ մագնետիտի ելեկտրոդներ։

§ 18. ՁԱՆԴԻ ՅԵՂԱՆԱԿՆԵՐ

ԱՌԻՄԻԳԻ ՅԵՂԱՆԱԿ

Ելեկտրոլիզի վաննան սխեմատիկ ձևով տրված է նկ. 13-ում։ Նկարում ածխի անոդը նշանակված է C տառով։ Նա գտնվում է A զանգի տակ, վորը ներքևից բաց է և պարփակում է անոդային տարածությունը։ Ձանգը պատրաստվում է կղմինդրի նյութից (կավից), և նկարում տրված է նրա յերկայնական հատվածքը։ Ըստ լայնության նա համեմատաբար նեղ է։ Ձանգը շրջապատված է յերկաթի կատոդով։ Անոդի վրա գոյացած քլորը դուրս է գնում զանգի յերևի մասում տեղավորված B խողովակից։



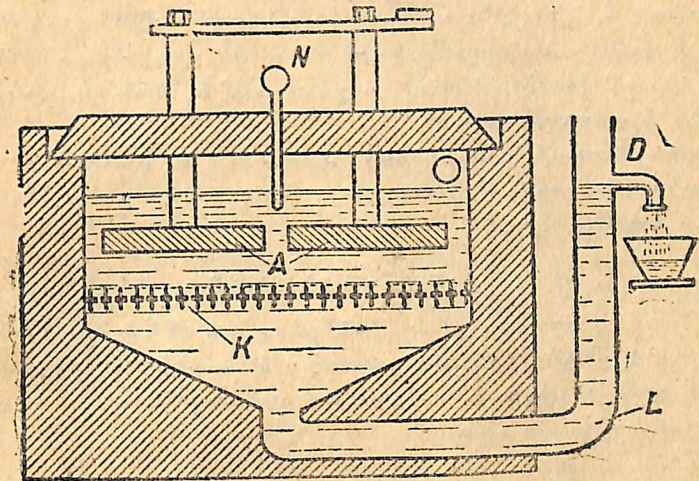
Նկար 13.

Անընդհատ հոսանք անոդից դեպի կատոդ։ Նա D խողովակից մանում է անոդային տարածություն մեջ և հոսում է դեպի կատոդն այնպիսի արագությամբ, վոր բավական է OH^- իոնների առաջխաղացումը կասեցնելու համար։ A կատոդային տարածության E բացվածքից արտահոսում է։ Յուրաքանչյուր վաննայում գտնվում է 20—25 զանգ։

Այս հին յեղանակը վաղուց կիրառվում է Առևտրում և Գերմանիայի այլ քաղաքներում։ Ելեկտրոլիզն ընթանում է հետևյալ պայմաններում։ Յուրաքանչյուր վաննան սնվում է 500 ամպեր հոսանքով, յուրաքանչյուր զանգը՝ 25 ամպեր, հոսանքի անոդային խտությունը՝ $d=3$ ամպեր 1 քառ. մետրի վրա։ Արտադրության մեջ կա 30 000 զանգ և ելեկտրական կարողությունը կազմում է 50 000 ձիաուժ. յուրաքանչյուր վաննայի վրա լարումը հավասար է 4 վոլտի։ Կերակրի աղի լուծույթը պատրաստվում է գրեթե հաղեցած, ստացվում է մոտավորապես 12% առողջ նատրիում հիդրոքսիդ և 8—9%-առողջ կալիում հիդրոքսիդ։

ԲԻԼԻՏԵՐԻ ՅԵՂԱՆԱԿ

Բիլիտերը կատարելագործելով վերը նկարագրված յեղանակը, պակասեցրեց անոդիտի և կատոլիտի խառնվելու հնարավորությունը։ Նրա վաննան սխեմատիկ ձևով տրված է նկ. 14-ում։



Նկար 14.

Վաննան պատրաստվում է բետոնից և վերևից ծածկված է բետոնի կախարչով, վորից անցնում են գրաֆերի A անոդները։

K կատոդները պատրաստված են յերկաթից, ունեն խաչաձև կտրվածք և տեղավորված են ըստ վաննայի յերկայնության իրարից անջատ։ Յուրաքանչյուր կատոդը շրջապատված է աղբետի թելից պատրաստած թաղանթով։ Աղի լուծույթը ներս է հոսում անոդիտի տարածության մեջ և արտահոսում է L խողովակից, նախորոք անցնելով կատոդների մոտով, վորոնց մոտ հարստանում է հիմքով։

Վաննան գործադրվում է Գերմանիայում։ աշխատում է 85° Ց-ի տակ և վերցնում է 1250 ամպեր հոսանք. լարումն է 3,1 վոլտ. հոսանքի յեղքն է 94%, ստացվում է 12,5 նատրիում հիդրոքսիդ։

§ 19. ՄՆԴԻԿԱՅԻՆ ՅԵՂԱՆԱԿ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԴԱՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Մնդիկային յեղանակը հիմնված է բոլորովին տարբեր սկզբունքի վրա։ Վորպես կատոդ ծառայում է սնդիկը, վորը սովորաբար տեղավորված է վաննայի հատակին։ Կատոդի վրա կատարվող ելեկտրոքիմիական պրոցեսը հենց այն է, վոր ելեկտրական հոսանքը գրեթե լրիվ ծախսվում է մեաաղական նատրիումը նստեցնելու համար, վորը լուծ-

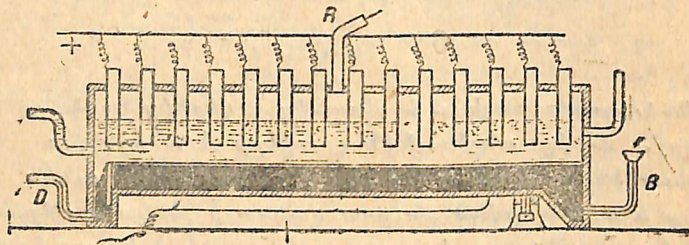
վերով սնդիկի մեջ, կազմում է ամալգամ: Ելեկտրոլիտիկ վաննայից ամալգամը հեռացվում է և ջրից քայքայվում՝ գոյացնելով նատրիում հիդրօքսիդ:

Պարզենք, թե ինչու սնդիկ կատոդի վրա անջատվում է մետաղական նատրիումը, իսկ այլ կատոդների վրա նույն պայմանների տակ անջատվում էր ջրածին: Մետաղական նատրիումը սնդիկի մեջ հեշտությամբ լցվում է և մասամբ գոյացնում է միացություններ սնդիկի հետ, որին անվ NaHg_4 , վորով հեշտացվում է նատրիումի անջատումն այս սնդիկ կատոդի վրա:

Վորպես անոդային մատերիալ ծառայում է գրաֆիտ և նրա վրա անջատվում է քլորը: Սնդիկային յեղանակի մի քանի ձևեր կիրառվում են տեխնիկայում:

ՍՈՆՎԵՑԻ ՅԵՂԱՆԱԿԸ

Վաննան սխեմատիկ կերպով ներկայացված է նկ. 15-ում. պատրաստվում է ցեմենտից կամ բետոնից և ներսի կողմից պատվում է հատուկ կղմիչներով. հատակի վրայով դանդաղ հոսում է սնդիկը և նա ծառայում է վորպես կատոդ:



Նկար 15.

Վաննան սովորաբար լցվում է աղի հազեցած լուծույթով: Վերեից կախարչից մտցնում են գրաֆիտե անոդներ, վորոնց վրա գոյանում է քլորը և դուրս գալիս R խողովակով: Սնդիկը ներս է հոսում B խողովակից, և արտահոսում է D -ից:

Վորպես ելեկտրոլիտ ծառայում է նատրիում քլորիդի հազեցած լուծույթը, վորը վաննայում հոսում է սնդիկի հոսանքի ուղղությամբ: Լուծույթի բարեխառնությունը մոտ 50°C . ելեկտրոլիզի ժամանակ գոյացած ամալգամը ժամանակ չի ունենում վաննայում նկատելի չափով ռեակցիայի մեջ մտնել աղի լուծույթի ջրի հետ: Տեղափոխվում է առանձին վաննայի մեջ, վորը կոչվում է փիլ (*pile*)՝ գալվանական է կոչվում:

Այստեղ ամալգամը տաք ջրի ազդեցությամբ տալի քայքայվում է:

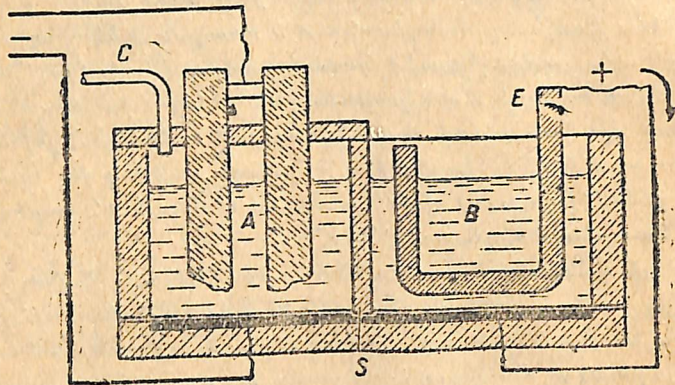
գոյացնելով բավական կոնցենտրիկ 24% -անոց կծու նատրիումի լուծույթ: Փայքայման ռեակցիան մեծ չափով արագանում է նրանով, վոր այստեղ շարժման ընթացքում նա շփվում է չուգունի ցանցի հետ: Վերջինիս ազդեցությամբ բացատրվում է այն բանով, վոր ամալգամը յեղկաթի հետ գոյացնում է գալվանական էլեմենտ, վորը կարճ փակված է: Այդտեղ մի ելեկտրոդ հանդիսանում է ամալգամը, մյուսը՝ չուգունը, իսկ հիմքի լուծված ջրում ծառայում է վորպես ելեկտրոլիտ: Այս էլեմենտի կարճափակում տեղի ունի, յերբ ամալգամը շփվում է չուգունի հետ: Չուգունը հանդիսանում է դրական ելեկտրոդը, իսկ բացասականը՝ ամալգամը, շնորհիվ նատրիումի պարունակության: Դալվանական էլեմենտների մոտ բացասական բևեռը հանդիսանում է լուծվողը, իսկ դրական բևեռի մոտ անջատվում է ջրածին, յեթե լուծույթը պարունակում է հիմք կամ թթու. և անողը լուծվող չէ: Այստեղ բացասական բևեռի (պոլուս) վրա լուծվում է միայն նատրիումը, գոյանում է նատրիում հիդրօքսիդ՝ NaOH :

Սովվեյի վաննաներն ունեն մեծ կիրառություն. մեզնում աշխատում են նրանք Դոնի սոդայի գործարանում: Նրանց յեղկարությունն է $14,2$ մետր, լայնությունը 56 սանտիմետր և բարձրությունը՝ 36 սանտիմետր. նրանց լարումն է $4,5$ վոլտ և վերցնում են մինչև 7500 ամպեր հոսանք: Ստացվում են մինչև $33\% \text{NaOH}$ պարունակող լուծույթներ: Ելեկտրոլիտի ազարատների ընդհանուր ձևը պատկերված է նկ. 1-ում:

Սովվեյի յեղանակի գլխավոր առավելությունն այն է, վոր նա տալիս է բարձր կոնցենտրացիայի լուծույթներ, վորով ջրի գոլորշիացումն ավելի քիչ վառելիք է պահանջում: Մյուս կողմից սնդիկային յեղանակը հնարավորություն է տալիս պատրաստել մաքուր պրոդուկտ, վորը գրեթե չի պարունակում քլորիդներ, քանի վոր վերջիններս վաննայի ճիշտ աշխատելու դեպքում կարող են անցնել միայն վորպես հետքեր:

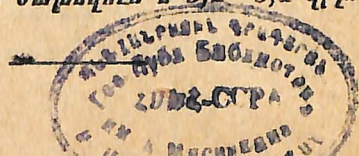
Այս յեղանակի պակասություններից է սարքավորման թանձուկությունն ընդհանրապես և մասնավորապես սնդիկի արժեքը, մյուս կողմից՝ վտանգավոր է պայթելու տեսակետից, քանի վոր սնդիկի վրա նատրիումի հետ զուգընթաց գոյանում է փոքր քանակությամբ նաև ջրածին և վերջինիս քանակը մեծանում է, յեթե սնդիկի մակերեսը կեղտոտվում է, ասենք՝ անողից թափած մասերով: Խառնվելով քլորի հետ՝ ջրածինը և քլորը կազմում են պայթուցիկ խառնուրդ, վորը կարող է պայթել ուժեղ լույսի ազդեցությամբ (որին անվ՝ արևի ուղղակի ճառագայթների ազդեցությամբ տալի): Այդ պատճառով պետք է հետևել, վոր քլորում ջրածնի քանակությունը չշատանա, որին անվ 4% -ից չանցնի: Նմանապես անհրաժեշտ է վաննայի ներսը պահպանել լույսից: Ֆեղանակը տալիս է $64-67\%$ յեղք ըստ ենդիզիայի:

Կաստներ—Կելների վաննայի սխեման տրված է 16 նկարում: Նա ներկայացնում է ցեմենտի վաննա, վորի հատակին լցված է սնդիկ. գրաֆիտե անոդների և աղի լուծույթի տարածությունն անջատված է սնդիկի մեջը վերջավորվող S միջապատով այն տարածությունից, վորտեղ տեղի յե ունենում ամալգամի քայքայումը:



Նկար 16.

Վաննայի այս ժասում տեղի յե ունենում ելեկտրոլիզը, վորտեղ անոդը գրաֆիտ է, իսկ կատոդը՝ սնդիկ, և գոյանում է ամալգամ: Վաննան անընդհատ ճոճվում է, և դրա հետեանքով վաննայի հատակին սնդիկը խառնվում է և այդ շարժումը կանոնավորում է այնպես, վոր սնդիկի մակերեսը ցածր չի ջնի S միջապատի ցածրի ծայրից: Դրանով A և B տարածությունը մնում են իրարից անջատված: Այս գործողության ժամանակ անոդի A տակը գտնված ամալգամն անցնում է B մասը, վորտեղ ջրի ազդեցության տակ քայքայվում է: հիմք գոյացնելով: Ամալգամի քայքայման արագությունը մեծացվում է նրանով, վոր B տարածության մեջ ամալգամը կարճափակվում է յերկաթե E ելեկտրոդի հետ, գոյացնելով գալվանական ելեմենտ, վորը գործում է ճիշտ այնպես, ինչպես այդ նկարագրված է Սոլվեյի յեղանակի համար: Կելների տիպի վաննաներից ամենամեծերն ունեն սընդիկը ճնշած ոգով խառնելու հարմարություն: Կաստներ—Կելների վաննաներն աշխատում են 4,5—5 վոլտ լարվածությամբ. հոսանքի յելքը կազմում է 95—97%, եներգիայի յելքը 45—49%: այդ վաննաները աալիս են 20—30%-անոց լուծույթներ: 1 կիլոգրամ նատրիում հիդրօքսիդ պատրաստելու համար ծախսվում է 3,1—3,4 կիլովատ ժամ:



<< Ազգային գրադարան



NL0281334

ԳԻՆԸ 50 ԿՈՊ.

f 58

9634

Н. А. ИЗГАРЫШЕВ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ
В ОСНОВНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕТАЛЛУРГИИ



АРМЕНГИЗ—ЭРИВАНЬ