

D. VARDJA
H. ANDRA

Voor elektro- keemik



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

D. VARDJA JA H. ANDRA

NOOR
ELEKTROKEEMIK



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

TALLINN 1958

SAATEKS.

Kaasajal leiavad mitmesugused elektrokeemilised protsessid tehnikas laialdast rakendamist. Nende tundmaõppimine peaks pakkuma huvi nii noorsoole kui ka selle ala praktikutele.

Käesolevat teost võib lugeda Eesti Riikliku Kirjastuse poolt varem välja antud raamatute «Noor elektrik» ja «Amatöörelektrik» järjekordseks lüliks. Siin leiavad praktilist ja vajalikul määral ka teoreetilist käsitlust elektrokeemia valdkonda kuuluvad põhiküsimused, nagu elektri-voolu termiline rakendamine, elektrolüüs ja terve rida teisi küsimusi.

Elektrolüüsinähtuste tundmaõppimisele ja rakendamisele on pandud pearõhk. Nii leiab teoses ulatuslikumat käsitlemist galvanotehnika, galvanosteegia ja galvanoplastika ning nendele protsessidele eelnevad töötlusoperatsioonid. Mainitud osade käsitus peaks pakkuma algteadmisi igale galvanotehnikaga tegelda soovijale.

Tähelepanu on osutatud ka nende elektrolüüsinähtuste käsitamisele, mille produkte (hapnik, vesinik, naatriumhüdrosüüd) igapäevases elus laialt kasutatakse.

Elektrolüüsinähtustega tihedas seoses on ka metallide elektrolüütiline ja keemiline värvimine. Ka selles osas toodud andmed peaksid olema piisavad kõigile, kes praktikas mainitud alaga tegelevad.

Samuti on kirjeldatud rida katseid, kus kasutatakse elektrienergia muundamist soojuseks. Praktilisest ja teoreetilisest seisukohast on vajalik tunda ka katseid Cottrelli aparaadi ja osonaatoriga. Samas osas ongi käsitletud huvitavaid katseid ülalmainitud seadmetega.

Raamatus kirjeldatud katsete ja tööde sooritamiseks peab tundma mitmesuguseid töövõtteid ja -vahendeid. Raamatu esimene osa ongi pühendatud nende küsimuste val-

gustamisele ja kohaste seadmete valmistamisega tutvustamisele.

Kelle jaoks on see raamat esmajoones mõeldud?

Raamatu autorid on selle koostamisel pühendanud kogu tähelepanu «uuele vahetusele» s. o. õppivale noorsoole. See raamat peaks andma lisa noortele polütehniliste teadmiste omandamisel ja ainet koolide tehnikaringidele. Polütehniliste teadmiste omandamise ja süvendamise eesmärgil on teose lõpus esitatud mitu tööstusliku tootmisseadme mudelit. Kuna need on töötavad mudelid, siis on neid võimalik kasutada ka kooli keemiakabinetile ja tehnikaringile vajalike ainete jms. valmistamiseks. Peamine eesmärk taoliste mudelseadmete esitamisel seisneb aga selles, et õhutada noori tehnikaringides omaalgatuse korras keemia- ja teiste tööstuste mudelid valmistama. Parimat ainet selliste mudelite valmistamiseks pakuvad muidugi tööstustesse korraldatud ekskursioonid.

Lähtudes sellest, et raamat on koostatud esmajoones noorte nõudeid silmas pidades, on tal mõningaid iseärasusi:

1. Teos on koostatud nii, et käsitletud materjal võimaldaks muuta huvitavamaks keemia- ja füüsikatunde koolides, andes juhiseid ka demonstratsioonkatsete korraldamiseks.

2. Raamatus on välditud katseid ja töid väga mürgiste (tsüaniidid jt.) ja ohtlike ainetega. Sellest olenevalt on antud retsepte, mida küll praktikas vähe kasutatakse, kuid mis siiski võimaldavad saavutada eesmärki. Oluline on aga see, et nad laiendavad noorte silmaringi ja õhulavad neid kui kõige agaramaid amatööre loovalt katsetama.

3. Paljude katsete puhul, kus tekib mürgiseid gaase, juhatakse erikirjas trükitud tekstiga katsetaja tähelepanu katsega seotud ohtudele ning mainitakse ohu vältimise tingimusi.

Raamatu kirjutamisel jagunes töö autorite vahel järgmiselt:

H. Andra kirjutas punktid: 1, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 41, 52, 53, 54, 55, 59, 60.

D. Vardja kirjutas punktid: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 56, 57, 58.

I OSA

SEADMED, NENDE VALMISTAMINE JA MATERJALID

1. KLAASTORUDE TÖÖTLEMISE VAHENDID JA TÖÖVÕTTED

a. Põletid

Klaastorude termiliseks töötlemiseks kasutatakse mitmesuguseid põleteid.

Käesoleval ajal, kus gasifitseerimine on laialt levinud, on klaasi töötlemist üsna kerge teostada puhutava gaasipõleti — nn. puhkpõleti abil. Sellise põleti leegis on võimalik sulatada ka metalle nagu valgevaske ja teostada viimasega valutöid. Põleti leegi kõrge temperatuur võimaldab töödelda ka raskestisulavaid klaasisorte. Kuna leegi kuju ja suurus on reguleeritav, siis saab sellise seadmega teostada väga mitmesuguseid klaasitöid.

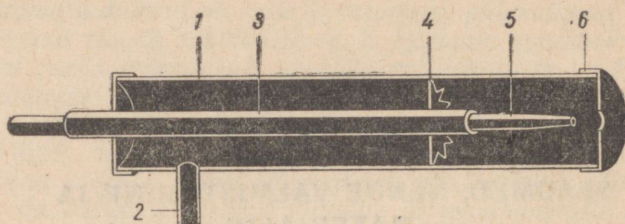
Iga puhkpõleti koosneb kahest erineva läbimõõduga metalltorust, mis on asetatud teineteise sisse nii, et nende pikiteljed langevad täpselt ühte.

Üks lihtsamaid puhkpõleteid on verhovski põleti (joon. 1). Väline toru 1, mille läbimõõt on 2 cm, painutatakse plekist ja joodetakse tinaga kokku. Gaasi juurdejuhtimiseks joodetakse toru külge teine lühike toru 2. Jämeda toru 1 tagumine osa varustatakse põhjaga, milles on auk peenema, 5—7 mm läbimõõduga metallist toru 3 jaoks, mis omakorda joodetakse põhja külge. Et torude 1 ja 3 teljed ühtuksid, selleks joodetakse sisemisele torule hambuline tähekujuline tsentrishoidja 4.

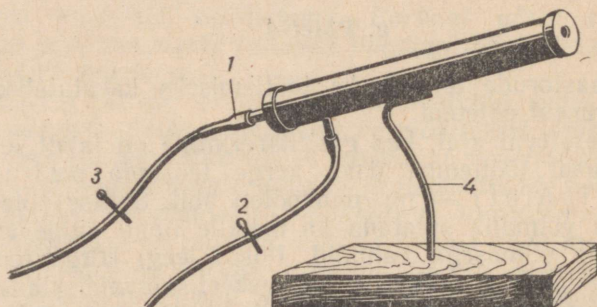
Põleti jämedama toru eesmine ots suletakse plekist väljajäetud või pressitud põhja 6 abil, mille keskel on ümmargune ava põleva segu väljajuhtimiseks.

Õhk puhutakse läbi sisemisse metalltorusse asetatud

klaastoru 5, mille ots on venitatud peenemaks. Et vältida klaastoru edasi-tagasi liikumist, selleks ühendatakse viimane metalltoruga 3 kummivooliku tüki 1 abil (joon. 2).



Joon. 1. Verhovski põleti läbilõige.



Joon. 2. Verhovski põleti väliskuju.

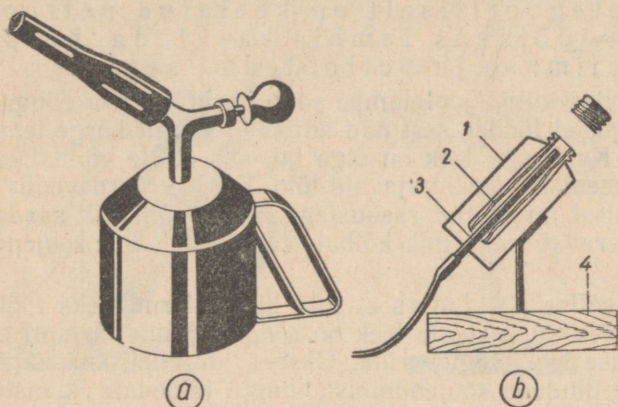
Gaasi ja õhu juurdevoolu reguleerimiseks on kraanide asemel klambrid 2 ja 3.

Põleti kinnitatakse alusele jämeda traadi 4 abil. Traadi üks ots joodetakse põleti väliskesta külge, kuna teine ots pistetakse aluslauda puuritud sobiva läbimõõduga auku.

Gaasi puudumisel tuleb kasutada teisi vahendeid. Klaasi termilisel töötlemisel on sageli väga otstarbekohane kasutada bensiini või petrooleumiga köetavat jootelampi, mis osutub võimsaks soojusallikaks (joon. 3, a).

Joonisel 3, b on kujutatud lihtne tahiga petrooleumpõleti, mis koosneb mahutist 1, tahist 2, õhutorust 3 ja alusest 4. Bensiiniga töötavas lambis tekitatakse vajalik rõhk pumba abita lambi reservuaaris oleva bensiiniauru soojen-

damise teel. Lambi soojendamiseks süütamisel on mahuti kaanes süvend, mis täidetakse denatureeritud piiritusega ning süüdatakse põlema. Selliselt soojeneb üheaegselt nii ülalpool asuv põleti kui ka lambi mahuti. Kui peaaegu kogu piiritus on põlenud, avatakse ventiil ja bensiiniaur tungib düüsisist välja ning süttib. Juhul kui aur ei sütti, tuleb seda põleti kohal tikuga süüdata. Leegi suurust reguleeritakse ventiili sulgemise või avamisega. Lambi kustutamiseks



Joon. 3. Jootelambid: *a* — bensiiniga töötav; *b* — petrooleumiga töötav.

suletakse ventiil. Kui lambi mahuti soojeneb töötamisel sel määral, et käega katsudes tundub kuumana, siis tuleb lamp kustutada ja lasta jahtuda. Põleti väliskest võib aga lambi töötamisel kuumeneda kuni hõõgumiseni, ilma et see oleks kardetav.

Bensiiniga töötava jootelambi käsitlemise reeglid on lühidalt kokkuvõetult järgmised.

Bensiini tuleb hoida suletud metallnõus eemal igasugustest soojusallikatest.

Jootelampi võib bensiiniga täita vaid päeva ajal ja kui ruumis täielikult puudub lahtine tuli.

Põleti eelkuumendamiseks tuleb kasutada ainult denatureeritud piiritust.

Lambi süütamisel peab olema selle

mahutis küllaldane hulk bensiini. Bensiini ei tohi lasta ära põleda üle $\frac{2}{3}$ mahuti ruumalast.

Ei tohi lubada mahuti soojenemist üle 80°, mil mahuti tundub käega katsudes tuline.

Bensiinilambist märksa ohutum on petrooleumilamp, mille peamiseks erinevuseks on see, et rõhk mahutis tekitatakse õhupumba abil.

Kategooriliselt on keelatud petrooleumiga töötavas lambis kasutada bensiini või viimase ja petrooleumi segu.

Ülalmainitud jootelampe saab kasutada hea eduga mitmesugustel töödel, sest nad annavad küllalt kõrge temperatuuri. Kuna aga leek on õige lai, siis ei ole võimalik teostada peenikest leeki vajavaid töid. Küluse juurdevoolu reguleerimisel on teatud raskustega siiski võimalik saada kitsast teravat leeki, mis kõlbab väikese pindala soojendamiseks.

Tavaline priimus ei sobi klaasi termiliseks töötlemiseks seetõttu, et tema leek on rõngakujuline, samuti ei saa priimuse leeki reguleerida. Üksnes juhtudel, kus vajatakse suurte pindade soojendamist, nagu jämedate klaastorude painutamisel jne., on priimus kasutatav.

Priimust saab kasutada veel klaastoru otsa siledaks sulatamisel, toru venitamisel, kaasa arvatud ka kapillaaride (peente torude) valmistamine, kuulikeste puhumisel ja torude kokkusulatamisel.

Tavalist piirituslampi on kerge muuta klaasitöötlemiseks sobivaks. Selleks on vaja lambile lisada õhupuhumisseade, mida allpool kirjeldatakse.

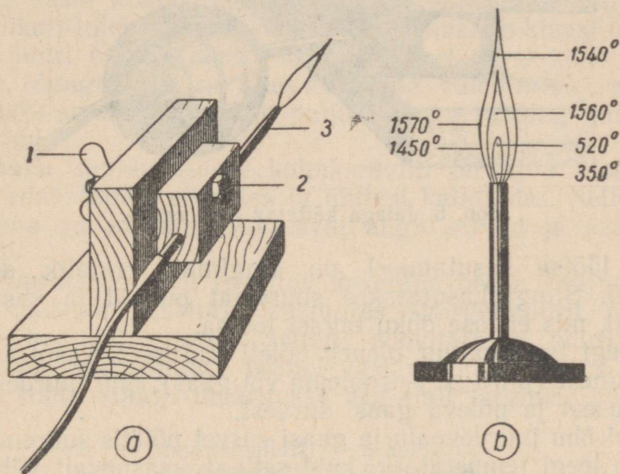
Põleti leegile sobiva kuju andmiseks ja vajaliku temperatuuri saamiseks kasutatakse õhupuhumisseadet, sest tavalise kujuga leegis saab teostada ainult lihtsamaid töid. Leegi kuju saab muuta, puhudes õhku toru abil leeki. Olevalt toru ava ehk düüsi läbimõõdust ning asendist leegi suhtes, antakse leegile ühest või teisest eesmärgist sõltuv kuju.

Vajaliku õhusurve tekitamiseks on tehnikaringidel sobiv kasutada lõhnaõli pulverisaatori kummipalli või pump-löötsa. Ohuvool peab olema pidev ja ühtlane. Suuga puhumisel reguleerivad õhuvoolu ühtlust puhuja põsed. Pulveri-

saatori juures on selleks eriline kummist mahuti. Ka lõõtsa juurde tuleb ehitada vastav ühtlustamiseseadis.

Õhu puhumise toru ehk nn. jootetoru võib valmistada nii metallist kui ka klaasist. Kõige sobivam on toru valmistada valgevasest.

Selleks võetakse peenike, 1—2 mm läbimõõduga valgevasest toru ja asetatakse viimasesse 0,5 mm jämedune terastraat. Kergete haamrilöökidega hakatakse toru otsa peenendama, kuni saadakse 0,5 mm läbimõõduga ava. Siis

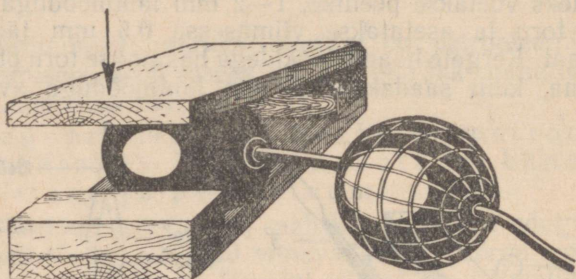


Joon. 4. *a* — jootetoru hoidja; *b* — leegi ehitus.

eemaldatakse traat ja viilitakse peenviiliga düüsi ots taseks. Klaastorust jootetoru valmistamine on kõige lihtsam: selleks venitatakse toru tuel peeneks ja murtakse peenest kohast kaheks. Saadakse soovitava läbimõõduga düüs. Väga oluline on jootetoru asend leegi suhtes. Jootetoru hoitakse leegi suhtes soovitud asendis kindlalt paigal. Selleks valmistatakse kolmest puuklotsist joonisel 4, *a* näidatud viisil jootetoru hoidja, kusjuures liikuva klotsi pööramisega tiibmutri 1 ja poldi 2 abil saab jootetorule 3 anda soovivat suund ja asend.

Väga sobiv õhusurve tekitamiseks on pulverisaatori kaksikõhupall, mida on võimalik lihtsa lisaseadme valmistamisega jala abil tööle rakendada. Vastav abinõu on kujutatud joonisel 5. Kui kummipall-mahuti puudub, võib selle asemel kasutada ka survepudelit — tavalist klaaspudelit,

millesse surutakse korgist läbi ulatuva toru kaudu kummipalli abil õhku. Läbi korgi asetatud teise toru kaudu väljub õhk jootetorusse. Palliga ühendatud toru varustatakse ventiiliga, mida on sobiv võtta katkiläinud pulverisaatori survepalli juurest.



Joon. 5. Jalaga käitav pumpseade.

Ka lõõtsa kasutamisel on tingimata vajalik surve mahuti. Siingi kasutatakse suuremat pudelit ja vastavat ventiili, mis ei lase õhku tagasi lõõtsa.

Leegi temperatuur oleneb põleti ehitusest, kasutatavast kütteainest (piiritus, petrooleum või gaas), õhu juurdevoolu tugevusest ja põleva gaasi survest.

Kui õhu juurdevoolu ja gaasi survet põletis suurendada, tõuseb leegi temperatuur, kuid sellega kaasnevalt väheneb leegi pikkus.

Liiga suur õhu juurdevool vähendab leegi temperatuuri.

Milmesuguste põletitega saadavad temperatuurid on järgmised:

Piirituslamp	1000°
Jootelamp	~1230°
Bunseni põleti	~1280°
Verhovski gaasipõleti	1520°

Leegi ehitus ja selle üksikutes osades esinevad temperatuurid on näidatud joonisel 4, b.

b. Klaasi puurimine

Klaasi sisse augu puurimine nõuab palju kannatust ja järjekindlust. Kõikidele ettevaatusabinõudele vaatamata puruneb klaas siiski mõnikord ja seda enamasti siis, kui auk on peaaegu valmis.

Augu puurimiseks asetatakse klaas tasasele alusele, kusjuures alus on soovitatav katta pehme riidega.

Klaasile liimitakse vineeritükk, milles on auk ja mis on ühtlasi puuri juhtijaks.

Puuriks kasutatakse otsast teritatud kolmekandilist viili või tavalist spiraalpuuri, mida niisutatakse aeg-ajalt tärpentiniga või kamprilahusega tärpentinis.

Spiraalpuuri puhul soovitatakse puuri niisutamiseks kasutada veel 10%-list väävelhappelahust. Puurimisel ei tohi puuri vastu klaasi tugevasti suruda, kusjuures eriti ettevaatlikult tuleb toimida siis, kui puur hakkab klaasi läbima. Kui puuri ots on klaasi läbinud, lõpetatakse kohe puurimine, olgugi et auk on alles kooniline. Tuleb meeles pidada, et augu suurendamine on palju lihtsam toiming kui augu puurimine.

Auku suurendatakse kolmkantviili teritatud otsa abil, viili edasi-tagasi pöörates ja ühtlasi kallutades. Selle tulemusena pudenevad vähehaaval augu servad ja auk suureneb.

Puurina on veel soovitatav kasutada peene smirgelpulbriga täidetud vasktoru, kusjuures smirgelpulbrit niisutatakse aeg-ajalt veega. Samuti soovitatakse puurimiseks kasutada spiraalpuuri asemel vaskkraati, kusjuures puurimise kohta klaasil määratakse aeg-ajalt järgmise pastaga:

smirgelpulbrit	4 kaaluosa,
kampripulbrit	2 kaaluosa,
tärpentiini	2 kaaluosa.

Kamper lahustatakse tärpentinis ja hiljem segatakse juurde smirgelpulber.

c. Klaasile kirjutamine.

Klaasile kirjutamiseks kasutatakse erilist pliiatsit, mis valmistatakse ühe kaaluosa loomarasva ja kahe kaaluosa vaha kokkusulatamise teel. Värvaineks lisatakse juurde üks kaaluosa kas tahma, tsinkvalget, kinnaveri või kroomkollast.

Värvaine lisatakse kuuma sulatisse, seda kogu aeg segades ja hõõrutakse segamini soojendatud uhmris. Kirjutamiseks sobiva kuju andmiseks valatakse segu vastavatesse paberist vormidesse.

Punase pliiatsi valmistamiseks on soovitatav kasutada järgmist segu:

steariini	4 kaaluosa,
loomarasva	3 kaaluosa,
vaha	2 kaaluosa.

Segu sulatatakse, kusjuures lisatakse juurde 6 kaaluosa rauamennikut ja 4 kaaluosa potasepulbrit. Segu soojendatakse, segades pool tundi. Seejärel valatakse segu paberist või klaasist torudesse, millede läbimõõt on 1—1,5 cm. Peale hangumist soojendatakse veidi klaastoru ja pulk tõugatakse välja. Pulk on soovitatav keerata stanniolpaberisse.

d. Peenikeste klaastorude lõikamine

Klaastorude mõõtmed. Klaastorusid valmistatakse väga mitmesuguses jämeduses, mitmesuguse seinapaksuse ja pikkusega. Kõige enamkasutatavate klaastorude välisläbimõõdud millimeetrites on järgmised: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 22, 24.

Lõikeriistad. Peenikeste klaastorude lõikamiseks kasutatakse teemandiga klaasinuga, erilist klaasilõikajat või tavaliselt lihtsat metallist klaasinuga. Torude, pudelite ja muude ümmarguste klaasesemete lõikamiseks kasutatakse erilist nuga, mis on valmistatud heast lõiketerasest (näit. vikati tükist). Hea klaasilõikamise noa saamiseks tuleb sageli palju katsetada.

Lõikeserv käitatakse karborundkäial. Järgneb kuumutamine kuni hõõgumiseni ja siis karastamine. Selleks kastetakse hõõguv tera parafiini. Karastamisel kasutatakse ka kuni -21° -ni jahutatud elavhõbedat. Elavhõbeda jahutamiseks kasutatakse lume ja soola segu. Kui selliselt karastatud nuga on kroomnikkelterasest, siis tuleb viimast harva teritada, umbes kaks korda aastas. Teritada tuleb kõval luisul. Kuna elavhõbeda aur on väga mürgine, ei soovitata tehnikaringides kasutada viimatikirjeldatud karastamisviisi.

Klaasinuga valmistatakse sageli kolmekandilisest saeteritamise viilist. Head klaasinuga saab valmistada ka nn. nuga- ehk rombviilist, mille ühel küljel hambad maha käitakse.

Samuti kasutatakse hea klaasinoana ka «pobediidist» lõiketerade tükke, millede teravad servad lõikavad hästi klaasi. Võiks soovitada veel kõvasulamist plaadikesi ja

jämedateralise käia tükke. Üsna hästi saab lõigata isegi portselanikillu servaga.

Kui loetletud vahendid puuduvad, saab torude lõikamiseks edukalt kasutada kolmkant- või rombviili. Isegi tavalise lameviili servad on selleks kõlblikud.

Lõikamine. Peenikeste klaastorude lõikamine sarnaneb tahvelklaasi lõikamisega. Selleks tehakse mingisuguse klaasilõikamise abinõuga, näiteks klaasinoaga või kolmkantviiliga torule soovitud kohta väike täke. Seejärel murtakse toru täkke kohalt katki. Täkke tegemise, s. o. lõikamise võtte, oleneb kasutatavast tööriistast. Sirge lõiketera puhul asetatakse toru siledale lauale ja surutakse tera kergelt vastu toru, veeretades seda laual edasi. Noa tera ei tohi sama kohta rohkem kui üks kord puutuda. Täket võib teha ka toru käes hoides, kuid tuleb jälgida, et toru ei puruneks.

Kui noa tera on hambuline, siis töötatakse sellega nagu saega. Toru on paigal, nuga liigutatakse mõned korrad edasi-tagasi. Mõlemal juhul peab lõikamise tulemusena tekkinud torule umbes $\frac{1}{5}$ ümbermõõdu ulatuses kilsas sisselõige. Kui toru läbimõõt on suur (üle 1 cm) tuleb lõige teha kogu toru ümbermõõdu ulatuses.

Toru murtakse sisselõike kohalt kaheks. Selleks haaratatakse toru kahe käega, asetades sõrmed kummalegi poole sisselõiget 1,5—2 cm kaugusele. Üheaegselt püütakse toru lõike kohalt painutada ning toru mõlemaid pooli teineteisest eemaldada. Nii saadakse ilus, tasane murdekoht. Tingimuseks on, et toru läbimõõt ei ole üle 10 mm, toru seinad ei ole liiga õhukesed ning äramurtava osa pikkus mitte alla 6—8 cm.

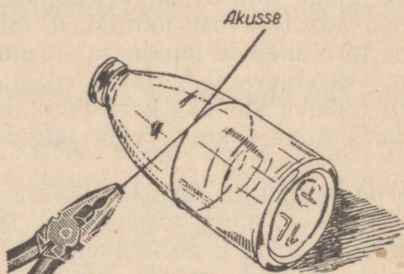
Kui toru on lühem, mähitakse murtavate osade ümber lapp. Ülalkirjeldatud võtted ei anna häid tulemusi õhukese-seinaliste torude puhul ja eriti siis, kui kasutatakse täkke tegemiseks viili. Sageli puruneb toru juba täkke tegemisel. Sellist võtet ei saa kasutada samuti jämedate torude lõikamisel.

e. Jämedate klaastorude ja pudelite lõikamine

Suure välisläbimõõduga torude, samuti pudelite lõikamisel ei saa kasutada samu võtteid nagu peenikeste torude lõikamisel. Peamine viga peitub selles, et jämedaid torusid ei saa purunematult murda nagu peeneid.

Ka jämedate torude ja pudelite lõikamisel tehakse noaga sisselõige, kuid nüüd juba toru või pudeli kogu ämbermõõdu ulatuses. Et toru või pudelit sundida murdeks ette tõmmatud joone kohalt murduma, selleks tekitatakse kitsas vööndis ümber sisselõike soojendamise teel termilised pinged. Selle tulemusel tekib pärast kiiret jahutamist pragu sisselõike joont mööda.

Oluline on, et soojendamine toimuks kitsal ribal. Selle saavutamiseks kasutatakse mitmeid viise.



Joon. 6. Pudeli poolitamine elektrivoolu abil.

Üheks heaks vahendiks on elektrivooluga kuumutatav ümber pudeli mähitud traat (joon. 6). Selleks kasutatakse kroomnikkel traati, läbimõõduga 0,3—0,5 mm. Traati kuumutatakse 4—5 A tugevuse vooluga kas vooluvõrgust vastava reostaadi või trafo abil või akupatareist. Traat võetakse veidi pikem kui lõigatava toru või pudeli ümbermõõt ja mähitakse üks keerd piki sisselõike joont. Keeru algus ja lõpp isoleeritakse teineteisest asbestpapi või vilgukivi tükikese abil. Sel teel võib eraldada isegi 3—4 millimeetri pikkusi silindriose. Vajalik on, et traat oleks pinguli ümber lõigatava eseme.

Sisselõiget klaasilindril võib kuumutada ka teravaotsalise jootetoruga tekitatud leegi abil.

Et kuumutamiskoht oleks küllalt kitsas, selleks mähitakse kahele poole sisselõiget 2—3 mm kaugusele märg filtpaber. Paberi kohalhoidmiseks kinnitatakse see niidi või peenikese traadiga.

Pudel või toru asetatakse rennitaolisele alusele, mis ei võimalda pudelil piki telge nihkuda ja pööratakse leegi ees pidevalt ja kiiresti, hoolitsedes selle eest, et leek ei satuks

sisselõikest kõrvale. Klaasi kuumutatakse lühikest aega — üks, kaks sekundit. Siis katkestatakse õhuvool ning puhutakse murdekohale, mis peab põhjustama soovitud osade eraldumist.

Kui pragu ei tekkinud, tuleb kuumutamist korrata, kusjuures enne uuestikuumutamist tuleb lasta klaasil täielikult jahtuda.

Sisselõiget võib kuumutada ka nõõri abil hõõrumise teel. Selleks kleebitakse mõlemale poole sisselõiget 2—3 mm kaugusele paks paber või papp. Järgnevalt kinnitatakse hea tugeva nõõri ots mõne eseme, näiteks ukselingi külge, keritakse keerd nõõri lõikejoont mööda ümber pudeli ning kinnitatakse nõõri teine ots töö teostaja piha ümber. Nüüd pingutatakse oma keha asendiga nõõri ning hakatakse pudelit kaelast ja põhjast kinni hoides enda poole ja endast eemale liigutama. Nõõr hõõrdub vastu pudeli pinda, mistõttu viimane peale 5—6-minutilist hõõrdumist on küllalt kuum. Järgnevalt eemaldatakse nõõr, ning valatakse lõikejoonele külma vett, mille tagajärjel tekib murre.

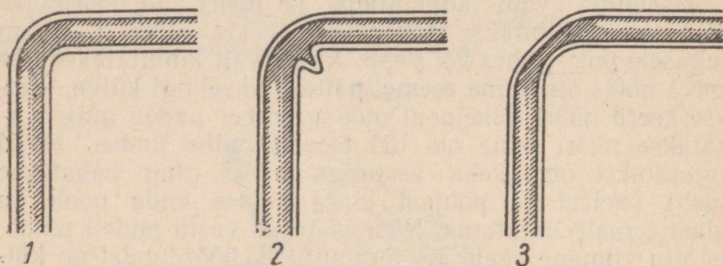
Murdekohale jäänud suuremad kühmud ja ebatasasused eemaldatakse ettevaatlikult lapiktangidega murdmise teel. Järgnevalt tasandatakse murdekoht luisu või viili abil. Paksude klaaside puhul kasutatakse jämedat viili, õhukeste puhul aga sametviili. Viili niisutatakse veega või 10%-lise kampri lahuga tärpentiinis. Viili või luisu liikumise suund peab olema piki serva, mitte risti.

f. Klaastorude termiline töötlemine

Klaastoru painutamiseks tuleb toru leegil kuumutada nii, et ta muutuks pehmeks ja painduks oma raskuse tõttu. Hea painde saamiseks peab toru kuumutama ühtlaselt kogu ümbermöödul ja küllaldases ulatuses 6—10 cm pikkuselt, mis oleneb painutatava osa suuruselt. Mida õhemad on toru seinad, seda suurem peab olema painderaadius ja seega ka kuumutatava osa pikkus.

Klaastoru painutamiseks soojendatakse viimast kõigepealt ühtlaselt soovitud kohast, kusjuures kinni hoitakse toru otstest. Tuleb hoolega jälgida, et toru peale pehmene- mist ei venitataks ega pöörataks. Muidu võib toru tõmbe tõttu peeneda või keerd sisse tekkida. Soojenemist alustatakse hoides toru leegi sees, kus temperatuur on madalam. Hiljem viiakse toru leegi kõige kuümehasse ülaossa.

Kui toru on ühtlaselt kuumenenud, mille tundemärgina ta hakkab ise painduma, painutatakse toru otsi aeglaselt, ettevaatlikult teineteisele lähendades ja püüdes neid hoida samas vertikaaltasapinnas. Kui paine on tehtud, võetakse toru leegist välja ja lastakse täielikult jahtuda (õieti painutatud toru joon. 7, 1).



Joon. 7. Klaastoru painutamine: 1 — õieti painutatud; 2 ja 3 — valesti painutatud.

Sageli tuleb valmistada U-kujuline, painutatud torust anum. Sellisel juhul on vajalik teatud ulatuses rõngakujuline painutamine. Kui kuumutamine oli ebahütlane, saadakse ebahütlane paine. Kui toru paindepoolne külg on kuumem kui vastaskülg, tekib torule paindepoolsesse külge volt (joon. 7, 2), mida edaspidise töötlemisega on võimatu kõrvaldada.

Kui toru väline külg on kuumem, siis vajub see painutamisel lamedalt kokku (joon. 7, 3), mille tulemusena väheneb toru põiklõige kuni täieliku sulgumiseni. Ülal kirjeldatud vead tekivad eriti kergesti õhukeseseinaliste torude töötlemisel. Toru lapikust saab parandada sel teel, et lapik koht asetatakse põleti leeki, kusjuures toru üks ots suletakse kas sõrme või korgiga, kuna teisest otsast puhutakse suuga kuni lapik koht on ümardunud.

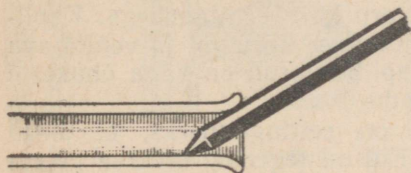
Pärast toru lõikamist noa või viili abil jäävad servad teravaks, mis on torudega töötamisel ohtlikud.

Teravate servade kõrvaldamiseks asetatakse toru ots leeki, kusjuures toru aeglaselt pööratakse. Selle tulemusena sulavad toru servad ümmarguseks. Toru otsa selliselt edasi kuumutades hakkavad servad järjest paksenema, mille tulemusena toru ava väheneb. Selle võttega saab toru ava

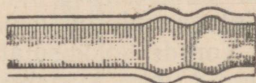
tunduvalt vähendada, kuid täiesti kinni joota pole võimalik. Selleks kasutatakse teist viisi.

Toru otsa sulgemiseks venitatakse viimane peeneks. Peenenenud torust eraldatakse osa ning kuumutatakse toru otsa senikaua, kuni see täielikult kokku sulab. Toru otsa saab kinni sulatada veel nii, et peenenenud osa kuumutatakse ühest kohast cdasi, kusjuures jätkatakse toru venitamist kuni katkemiseni. Katkemisel saadakse suletud otsaga toru.

Et toru otsale anda poolkera kuju, selleks kuumutatakse teda uuesti, vahetpidamata pöörates ja torusse õhku puhudes, kuni ots võtab soovitud vormi.



Joon. 8. Klaastoru otsa laiendamine.



Joon. 9. Lainelise otsaga toru.

Kui soovitakse anda kinnijoodetud toru otsale lamedat kuju, siis surutakse ta kuumalt asbesti tükile, hoides toru asbesti pinnaga risti.

Et kummivoolik ei tuleks klaastoru otsast kergesti lahti, selleks on soovitav anda toru otsale eriline, väljapoole laienev lehitraoline kuju (joon. 8). Selleks kuumutatakse toru otsa leegis kuni pehmenemiseni. Kui toru ots on pehme, pistetakse sinna jäme nael või söepulk ja liigutatakse selle vaba otsa ringikujuliselt, mille tulemusena toru pehmeks muutunud servad painutatakse väljapoole.

Et anda toru otsale laineline kuju, mis samuti võimaldab kummivooliku tugevamat kinnitamist klaastorule, selleks kuumutatakse teda teravaotsaga leegil järkjärgult 1 cm laiuselt. Kui kuumutatav koht on küllalt pehme, surutakse toru ots vastu asbestpappi või tellisetükki, mille tulemusena kuumutatud koht vajub laiali ja toru võtab lainelise kuju. Tugevama kinnituse saamiseks on toru otsal mitu lainet (joon. 9).

Klaastoru venitamiseks kuumutatakse toru samuti nagu painutamiselgi kuni tugeva pehmenemiseni. Seejärel võe-

takse toru leegist välja ja tõmmatakse kummastki otsast kinni hoides, mille tagajärjel toru pehmenenud keskosa venib, pikenedes ja ahenedes, kuni saadakse peenikene õhukeseseinaline toru, mille otsmiste osade läbimõõt jääb endiseks. Üleminek on koonusetaoline. Koonuse kallak ole-
 neb venitamise kiirusest ja kuumutatud ning külma osa pikkusest. Aeglasel venitamisel tekib lühike jäme koonus. Kui venitamine on väga aeglane, muutub toru läbimõõt õige vähe, mis on sageli vajalik kummitoru pealelukkamise hõlbustamiseks. Pärast venitamist murtakse toru katki ja lastakse murdunud kohtade seryad leegis siledaks.

Nii valmistatakse väga mitmesuguseid laboratooriumi tarberiistu, nagu pipette jm.

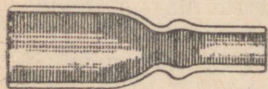
Kapillaar valmistatakse toru kiire venitamisega. Kapillaartoru läbimõõt oleb venitamise kiirusest ja venitatava osa ulatusest. Nii saadud kapillaartorud on väga õhukeste seintega, mis on nende puuduseks.

Torude kokkusulatamisel on eeltingimuseks, et torud oleksid ühest klaasisordist. Kui on tegemist erineva paisumiskoefitsiendiga torudega, siis ei ole neid võimalik ühendada. Kõige paremini saab kokku sulatada ühest ja samast klaasisordist torude tükke, kusjuures kasutatakse õige teravat leeki. Kui torude läbimõõdud on erinevad, tuleb need venitamise teel ühesuguseks teha. Liidetavate torude otsi

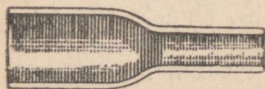
kuumutatakse servadest. Kokku ei tohi toruotsi enne lasta, kui nad on tumepunased.



Torud võetakse leegist välja ning otsad surutakse rahulikult ja kiirustamata kokku (joon. 10).



Oluline on, et torude servad kleepuksid kokku kogu ümbermõõdu ulatuses. Sulatuskohale jääb esialgu rõngakujuline jämedam kühm. Selle vähendamiseks kuumutatakse joote kohta uuesti tulel ja venitatakse seni, kuni järele jääb vaid vaevalt märgatav paksem osa.



Joon. 10. Klaastorude kokkujootmine.

Kolmiku ehk T-kujulise toru valmistamiseks joodetakse külje pealt teine toru külge, kusjuures peetakse silmas kõiki nõudeid, mida on vaja täita kahe toru liitmisel (joon. 11).

Toru, millele liidetakse küljelt teine toru, suletakse ühest otsast korgiga. Võib ka toru otsa kinni sulatada, kuid ülejäänud osa peab nii pikk olema, et selle otsast on võimalik liitekohta kuumutamisel suuga õhku sisse puhuda. Seda võib teostada ka klaastoruga ühendatud kummitoru abil. Edasi tuleb torule jootekohta teha külgava. Selleks kasutatakse teravaotsaga leeki, kusjuures leegi ots suunatakse kavatsetava harutoru külgejootmise kohta. Antud kohta kuumutatakse kuni pehmenemiseni ja puhutakse toru otsast õhku sisse, mille tulemusel pehmenenud koht paisub. Toru



Joon. 11. Kolmiku ehk T-toru valmistamine.

sein muutub seetõttu õhemaks. Tekib õhukeste seintega mull, mis lõpuks paukudes lõhkeb. Kildude ja müra vältimiseks on soovitatav mull ise purustada, lõpuni puhumata. Tekkinud ava ääred sulatatakse ümmarguseks ja painutatakse veidi väljapoole, nagu kahe toru liitmiselgi.

Seejärel toimitakse samuti nagu torude kokkujootmisel.

Tekkinud jootekoht pole alati korrapärase kujuga. Korrapärase kuju andmiseks kuumutatakse jootekohta ilma vahepealse jahutamiseteta osade kaupa ja parandatakse liitekohta kuju kas sisse puhudes või imedes.

Korrektse liitekohta saamiseks vajatakse suurt vilumust.

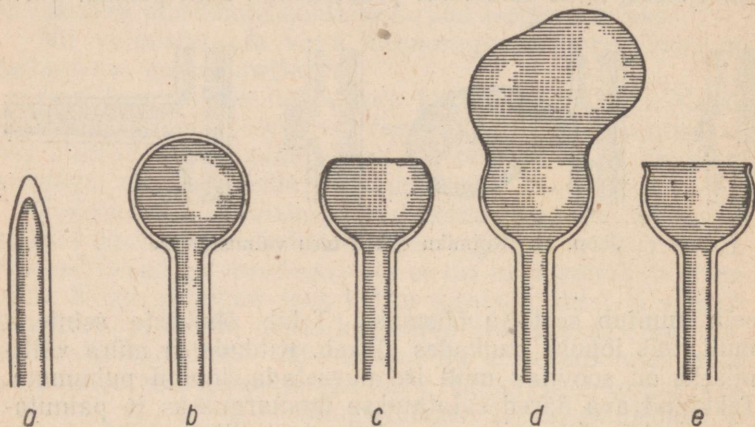
Et jootekoht jahtumisel ei praguneks, tuleb seda aeglaselt jahutada. Selleks tuleb toru kuumalt asetada piirituslambi leeki või suitsevasse gaasipõletisse, kuni jootekoht kattub paksu tahmakorraga. Seejärel eemaldatakse kolmiktoru leegist ja lastakse jahtuda. Tahm kõrvaldatakse jahtunud torult lapiga. Piirituslambi kasutamisel eemaldatakse jootekohalt aeglaselt leegist, vähendades seega järk-järgult temperatuuri. Aeglane jahtumine on oluline ka teiste termiliste klaasitöötlemise viiside puhul.

Et valmistada toru otsa kuulikest, selleks sulatatakse toru üks ots kinni, kuna teine jäetakse lahti. Järgnevalt kuumutatakse kinnisulatatud toruotsa leegis 1—2 cm ula-

tuses kuni pehmenemiseni. Kuumutamise ajal keeratakse toru leegis ja puhutakse lahtisest otsast sisse.

Pehmenenud klaas hakkab igas suunas paisuma, mistõttu tekib kerakujuline mull, mille korrapärasus oleneb kuumutamise ühtlusest.

Kuumutamise ühtlus saavutatakse toru pideva pööramise teel leegis. Juhul kui mõni koht hästi ei paisu, on see tunnuseks, et see koht ei ole küllalt kuum. Puhuda tuleb väga ettevaatlikult, jälgides kogu aeg kuulikese kuju. Algul



Joon. 12. Kuuli puhumine ja leetri valmistamine.

puhutakse tugevamini, sest kuulikese seinad on paksud, hiljem aga ettevaatlikult, et kuul õhu survest ei puruneks. Puhutud kuulikeste suurimaks puuduseks on see, et nende seinad on äärmiselt õhukesed, eriti just toru ava vastaspoolel. Sellise õrna kuuli puhumine on kerge. Ühtlase seinapaksusega kuulikese saamiseks tuleb puhuda aeglaselt ja osavalt. Paksuseinalist kuuli puhutakse nii, et enne puhumist surutakse toru kuumutatud otsa seinad paksemaks. Selleks surutakse pehmenenud toruotsa vastu mingit tulekindlat eset. Sel teel saadakse ka peale puhumist paksemad kuuli seinad.

Puhutava kuuli läbimõõt ei tohi ületada 3—4-kordset toru läbimõõtu.

Vajalikku klaasi hulka toru otsa kogutakse viimase pideva kuumutamise teel, mille tagajärjel sula klaas kogu-

neb toru otsa. Seejärel puhutakse, kuni saadakse soovitud suuruse ja seinapaksusega klaaskuul (joon. 12, *a*; *b*).

Lehtrit saab valmistada klaastoru otsa puhutud kuulist (joon. 12, *c*; *d*; *e*). Selleks kuumutatakse kuuli seinaga, mis on klaastoru ava vastas. Kuuli pind kuumeneb kiiresti ja muutub pehmenedes lamedaks. Laskmata kuuli jahtuda, puhutakse tugevasti torusse.

Kuumutatud pinnaosa paisub tugevasti välja ja puruneb tükkideks. Kui kuuli väljapaisunud pinnaosa jõudis jahtuda ja seetõttu ei purunenud, on see siiski niivõrd õhuke, et seda on kerge koputamise järel purustada. Järgnevalt sulatatakse tekkinud lehtri servad tulel siledaks.

2. KATSEVAHENDITE SULGEMINE JA ÜHENDAMINE

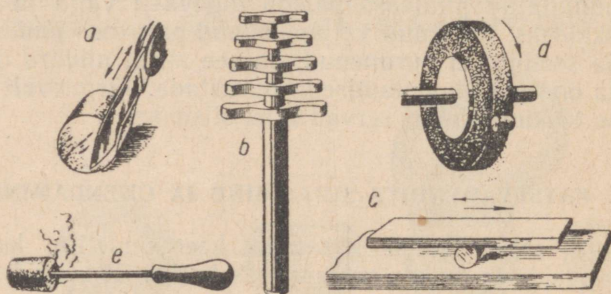
Väga sageli tuleb kasutada keedupudelite, kolbide, katseklaaside ja torude sulgemiseks korke. Et korgid sobiksid, tuleb neid töödelda: elastseks muuta, lõigata, puurida, siluda, impregneerida jne. Korkide valmistamisel ja töötlemisel kasutatakse lihtsaid abinõusid ja kindlakskujunenud võtteid. Keemiaalaste laboratoorsete töödega tegeleja ei saa läbi ilma neid tundmata. Sageli vajatakse sellise suuruse ja omadustega korke ja muid sulgemisvahendeid, mida osta ei saa. Säärasel juhul tuleb need ise valmistada niisugustest materjalidest, mis on kõige kohasemad ja kättesaadavamad.

Korgitamme koorest korkide lõikamiseks kasutatakse hästi teravat õhukese teraga nuga. Lõigata tuleb joonisel 13, *a* näidatud viisil. Puurimiseks kasutatakse korgipuure (joon. 13, *b*), mida võib ise valmistada metalltorudest või ka toruks keeratud 0,5 mm paksusest plekist.

Korgitamme koorest korgid ei ole hermeetilised ja seetõttu ei saa neid kasutada katsevahendite sulgemiseks, mis peavad olema õhu- ja gaasikindlad. Mõnikord saab neid siiski kasutada kui neid eelnevalt parafiinis keeta. Vanemad, kasutamata seisnud korgitamme koorest korgid ei ole enam elastsed. Elastseteks saab neid muuta muljumise teel (joon. 13, *c*).

Kummikorgi läbimõõdu vähendamine on üsna tülikas. Vähem elastseid korke saab parajaks teha kiiresti pöörleva käia abil (joon. 13, *d*). Kummikorkidesse aukude puurimiseks kasutatakse samu metalseid korgipuure. Antud juhul peavad puurid olema hästi teravad ja puurimisel tuleb

puurimiskohta pidevalt seebivee või glütseriiniga niisutada. Kiiresti ja küllalt hästi võib teha kummikorkidesse auke hõõgumiseni kuumutatud metalltraadi abil (joon. 13, *e*). Kuna sel juhul eraldub ruumi palju vastiku lõhnaga suitsu, on soovitatav puurimist teostada vabas õhus, ahjuesisel või tõmbekapis. Puuritud auke puhastatakse peene raidega ümarviili abil.



13

Joon. 13. Korkide töötlemine ja töötlemise vahendid.

Kummikorgid sulgevad pudelid hermeetiliselt, olles vastupidavad sool- ja väävelhappele ning leelistele.

Keraamilisi korke vajatakse metall- ja portselantorude ning nõude sulgemiseks, milledega teostatakse katseid temperatuuridel üle 300° C. Keraamilised korgid valmistatakse savist, šamottsavist, kipsist ja keraamilistest, rauapuru sisaldavaist kittidest. Šamottsavist korkide või katete valmistamiseks võetakse:

šamottsavi 4 kaaluosa,
peenikest liiva (mereliiv) 1 kaaluosa.

Liiv olgu vaba orgaanilistest lisanditest. Liiv puhastatakse pesemise teel puhta kaevu- või kraaniveega. Selleks pannakse vajalik hulk liiva kaussi, kallatakse veega üle ja segatakse tublisti läbi. Sogastunud vesi kallatakse kiiresti ära ja asendatakse puhta veega. Pesemist toimetatakse seni (3—5 korda), kuni vesi jääb läbipaistvaks. Savipulber segatakse peenikese liivaga hästi läbi, nii et saadakse voolimiseks sobiv mass. Massist voolitakse vastavalt anuma suule või avale kork või kate. Seda kuivatatakse tavalise temperatuuri juures 1—2 nädalat. Sellele järgneb kuiva-

tamine temperatuuril umbes 100°. Nüüd juba täielikult kuivanud ese asetatakse põletamiseks umbes 600—800°-lisesse kuumnusesse — tiigelahju. Põletamisprotsess vältab 1—2 tundi. Samal viisil toimub korgi valmistamine ka tavalisest savist. Ka sellele lisatagu liiva. Kuna põletamisel vähenevad korgi või katte mөөlmed, tuleb viimase läbimөөt võtta anuma avast pisut suurem.

Kiiresti ja otstarbekohaselt võib valmistada keraamilisi korke vormikipsist. Oletame näiteks, et vajatakse korki toruahju otsa sulgemiseks, kusjuures korki peab läbima toru. Selleks valmistatakse korgist või papist nii suur ketas, et see tihedalt toruahju avasse mahub. Kettasse puuritakse toru läbimөөdule vastav auk. Sellest viiakse toru umbes 1 mm pikkuselt läbi. Nüüd paigutatakse ketas koos toruga 20—30 mm sügavuselt toruahju. Järgnevalt määratakse nii see osa toruahju pinnast kui ka ketas rasva või õliga. Määrimine on tingimata vajalik, kuna muidu ei saa korki hiljem enam avast kätte. Nüüd valmistatakse kipsipulbrist ja veest hapukoore paksune kipsisegu ja täidetakse kiiresti ava toru ümber. Niipea kui kips on kõvastunud, mis toimub vähem kui 10 minuti jooksul, lükatakse kork toruahju teise otsa kaudu välja. Nii saadakse toruga varustatud kipskork, mida võib edukalt mõni aeg kasutada. Kulub korgi läbimөөt väiksemaks, tihendatakse seda asbestnөөrist eraldatud asbestikiududega. Kõvastunud kipskorki võib kohe kasutada.

Korkide valmistamiseks keraamilisest rauakitist võetakse:

šamottsavi 1 kaaluosa,
savi 2 kaaluosa,
rauaviilmeid (rauapuru) 4 kaaluosa.

Rauaviilmed peavad olema tolmuwabad ja mitte roostetanud. Rasvadest ja õlidest puhastatakse neid pesemisega bensiinis või keetmisega leelises. Antud ained segatakse kange keedusoolalahuga taignataoliseks massiks. Massist vormitud korgid kõvastuvad 3—4 päeva jooksul. Neid ei tohi kasutada seadmete juures, kus raud võib keemiliselt ühineda seadmes olevate ainetega.

Korkide läbimөөdu suurendamiseks võib, olenevalt sellest, kus neid vajatakse, kasutada isoleerpaela, leukoplasti või asbestnөөri.

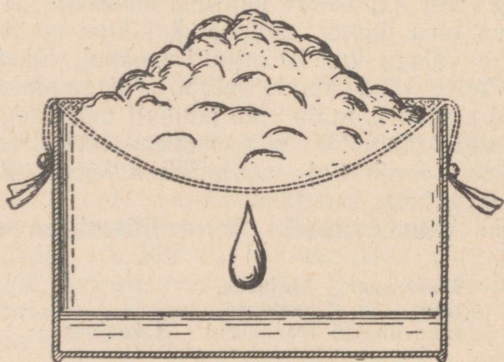
Kummikorgid sulgevad seadmed hermeetiliselt. Neid võib kasutada edukalt ka anumate ja torude sulgemiseks,

kus tekitatakse hõrendus (vaakuum). Et aga korgitamme koorest korgid sulgeksid pudelid või torud õhukindlalt, peab neid tihendama.

Kättesaadavaim tihendusvahend on kirjalakk ja asfalt-pigi. Viimast saab koguda vanadelt kuivelementidelt. Ent mõlemad mainitud materjalid on jahtunult liiga haprad — purunevad kergesti — samuti ei ole nad küllalt kleepuvad. Neid puudusi ei ole m e n d e l e j e v i kitil, mille valmistamiseks võetakse:

kampoli 20 kaaluosa,
vaha 5 kaaluosa,
mennikut (punane rauaoksüüd) 8 kaaluosa.

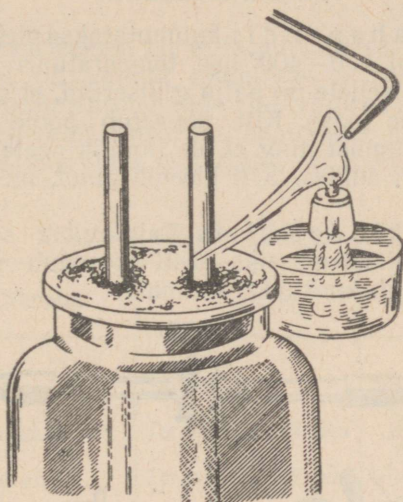
Kiti valmistamiseks sulatatakse esmalt vaha ning riisutakse keetmisel sellele tekkinud vahukord. Järgnevalt lisatakse kampol ja lastakse veel mõni aeg keeda. Lõpuks segatakse hulka mennik. Valminud kitt valatakse seebiga määratud pabervormidesse.



Joon. 14. Vaigu puhastamine.

Paljude kittide, lakkide, liimide jne. valmistamiseks kasutatakse kampolit ja paksu vaiku. Neid on lihtne ja huvitav ka ise valmistada. Selleks kogutakse metsast männi- ja kuusevaiku. Kogutud vaik pannakse tühjale konservikarbile seotud marliriidele (joon. 14) ja asetatakse kuuma ahju. Ahjus vaik sulab ja valgub läbi marli nagu läbi kurna karbi põhja. Mõne tunni pärast ongi käes küllaldase paksuse ja puhtusega vaik. Edaspidisel aurutamisel lenduvad vaigust vaikõlid ning saadakse kampol.

Tihendusvahendeid, mis soojendamisel pehmeks ja voolavaks muutuvad, sulatatakse plekk-karbikeses ja kallatakse ühenduskohtadele. Sulatis silutakse tulise plekiribaga või veelgi parem, ühenduskohale juhitud leegiga (joon. 15). Vaikudega tihendamisel on üheks olulisemaks nõudeks, et tihendatavad pinnad oleksid täiesti kuivad, sest märjale



Joon. 15. Elektrolüüsipudeli elektroodide kinnivalamine.

klaasile või plekile need vaigud ei kleepu. Et kitid paremini pindadega ühineksid, on tarvilik viimaseid enne veidi soojendada. Pudelisuude soojendamisel, eriti lahtise leegiga, tuleb olla ettevaatlik, kuna need pragunevad kergesti. Hästi lasevad klaastorud end soojendada. Selleks, et tihendusmass valguks küllalt sügavale ning tihedalt ühendatavate pindade vahele, on tugev soojendamine tihti väga vajalik.

Veel mõningaid retsepte kittide valmistamiseks:

Kirjalakk:

vaiku 6 kaaluosa,
 kampoli 2 kaaluosa,
 tärpentiini 2 kaaluosa,
 pulbrilist kriiti 5 kaaluosa,
 tellisejahu 5 kaaluosa.

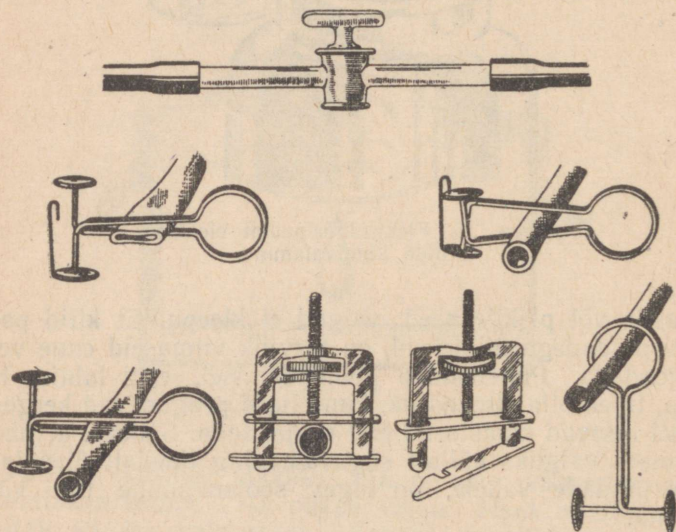
Tellisejahu peab olema tolmppeen. Seda saadakse kahe tellise hõorumisel teineteise vastu.

Happekindel kitt:

asbestpulbrit 1 kaaluosa,
liiva 1 kaaluosa,
vesiklaasi 2 kaaluosa.

Seatina hapendit kuumutatakse plekk-karbis mõne minuti jooksul 200—400°-lise temperatuuri juures. Jahtunult lisatakse sellele nii palju glütseriini, et saadakse vahukoore paksune mass. Kitt kõvastub poole tunni jooksul, talub 270° kuumust ning ei ole tundlik peale hapete ja leeliste ka kloori suhtes. Kitt kleebib puud, metalli, klaasi ja portselani.

Soojuskindel kitt. Talgipulber segatakse vesiklaasiga parajaks massiks. Kitt kõvastub umbes 1 tunni jooksul ja talub kuni 500° kuumust.



Joon. 16. Kummitorude sulgemise vahendid.

Uhenduste loomine seadmete üksikute osade vahel toimub keemilistes aparatuurides korkide, kummivoolikute ja klaastorude abil. Kohaste klaastorude termilist töötlemist on kirjeldatud p. 1. Kummitorudena tuleks kasutada elast-

seid voolikuid. Kõige elastsemad on hallid või punased voolikud. Vooliku otsi on kergem torudele tõmmata, kui neid enne veega niiskeks teha või nõrgalt vaseliiniga määrada. Kummitorude sulgemiseks kasutatakse klaaskraane ja näpitsaid (joon. 16).

3. ELEKTRIAHJUD

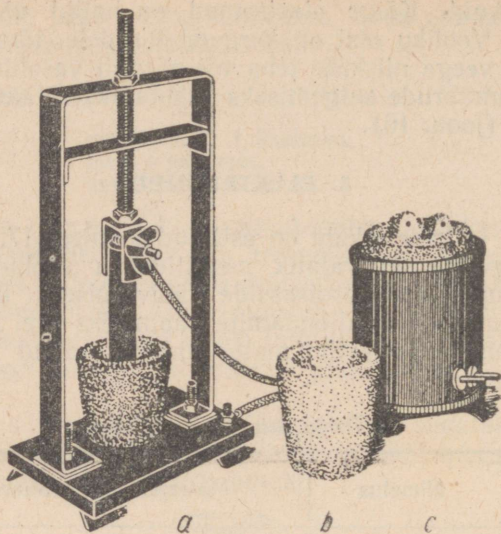
Tiigel- ja kaarleekahi on esitatud joonisel 17.

a. **Tiigelahi** on vajalik metallide ja soolade sulatamiseks, kuumutamisprotsesside läbiviimiseks kõrgematel temperatuuridel, metallisulamite saamiseks jne. Tiigelahju valmistamiseks vajalikud materjalid on toodud alljärgnevas tabelis.

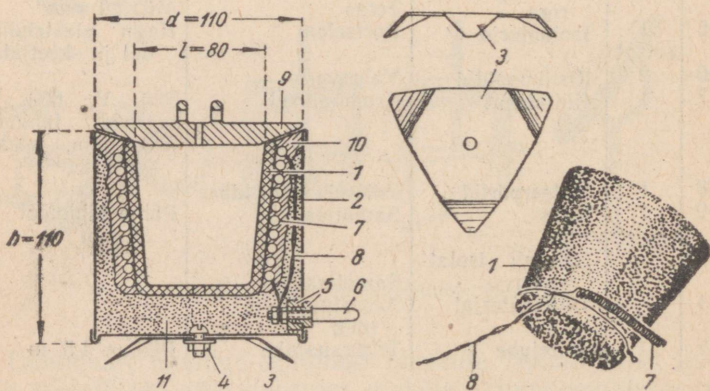
Tiigelahju detailid (joon. 18)

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
1	1	Tiigel	Samott	Mitte väiksem kui $\varnothing 80 \times 80$ mm
2	1	Ahju kest	Terasplekk, 0,5 mm	$d=110$ mm, $h=110$ mm
3	1	Ahju alus	Terasplekk, 0,8 mm	Võrdkülgne kolmnurk, mille külje pikkus on 120 mm
4	1	Polt koos mut- riga	Teras	M6×20 mm
5	1	Isolaatorid	Portselan	Nagu elektripliitidel ja -keetjatel
6	2	Pistikupoldid	Valgevask	220 V, 600 W; traadi läbimõõt 0,4 mm, pikkus 9,6 m
7	1	Küttetraat	Kroomnikkel	
8	1	Isoleerpärlid	Portselan või klaas	Põhja läbimõõt 80 mm
9	1	Kaas	Samottsavi	
10		Spiraali isolatsioon	Samottsavi	
11		Täitematerjal	Asbestpuru või tuhk	
12	1	Toitejuhe	Triikraujauhe	Pikkus 1,5 m

Detailidest (joon. 18) võib tiiglina 1 kasutada ka kohase suurusega savist lillepotti. Kest 2 tuleb valmis-



Joon. 17. Elektrialjud: *a* — kaarleekahi; *b* — šamottsavist valmistatud tiigel; *c* — tiigelahi.



Joon. 18. Tiigelahi.

tada valtsimise teel plekist või vajaliku suurusega konservi-, värvi- või mõnest muust plekk-karbist.

Küttetraadina 7 on antud juhul näidatud kaubandusvõrgust saadav elektripliidi küttespiraal 220 V, 600 W, mille traadi läbimõõt on 0,4 mm. Suuremāmõõtmelise tiigli puhul ja kõrgema temperatuuri saamiseks tuleb kasutada võimsamat, 800 vatilist küttekeha.¹

Saamottsavi 10 asemel võib kasutada ka harilikku savi. Nii šamott- kui ka tavalisele savile tuleb tingimata lisada saviga võrdsel hulgal peent liiva. Savi kasutatakse küttetraadi paigaldamiseks ja tiigli kaane valmistamiseks. Kaane valmistamiseks koostatakse savisegu p. 2 toodud kirjelduse järgi. Samas antud juhiseid peetagu silmas ka kaane kuivatamisel ja põletamisel.

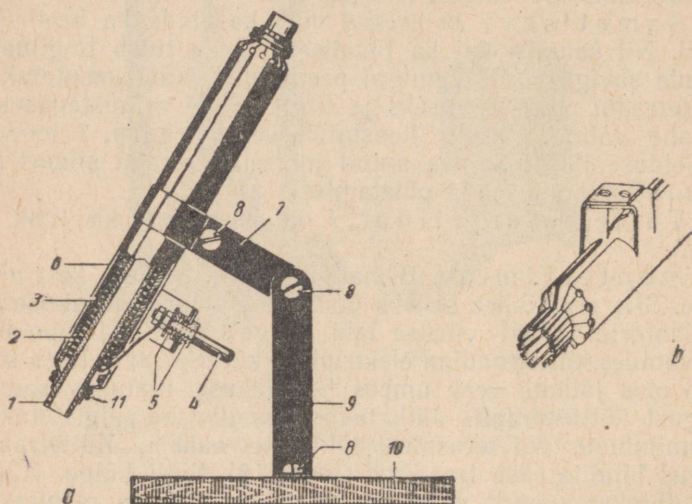
Täitematerjalina 11 on kasutatav ka tuhk ja liiv.

Monteerimine. Esmalt kinnitatakse ahju kest alusele. Siis asetatakse selleks otstarbeks puuritud aukudesse isolaatorid. Neist viiakse läbi valgevastest pistikupoldid. Kasutades küttetraadina elektripliidi küttespiraali, tuleb sellele otsa jätkata veel umbes $\frac{1}{3}$ pikkuse ulatuses samasugust küttespiraali. Jätkatavad traadiotsad pigistatakse alumiiniumi- või teraspleki tükikeste vahele. Küttetraadi algus kinnitatakse traadiga (joon. 18) tiigli külge. Nüüd venitatakse spiraal vajalikus ulatuses välja ja mähitakse tiiglile. Mähkimise juures kinnitatakse traali kohe saviga. See takistab traadi paigalt nihkumist ja traadikeerud on üksteisest parajal määral isoleeritud. Mähkida tuleb hoolikalt: kui traadikeerud kusagil kokku puutuvad, põleb kütetraat voolu sisselülitamisel läbi. Läbipõlenud mähist ei saa aga isegi enam jätkata; tuleb muretseda uus kütetraat ja tööd uuesti alustada. Traadi lõpp kinnitatakse samuti nagu alguski.

Valminud tiigel jäetakse mõneks päevaks kuivama. Nüüd kontrollitakse küttekehast voolu läbijuhtimisega spiraali korrasolekut ning alles seejärel jätkatakse ahju monteerimist. Lahtised küttetraadi otsad isoleeritakse isoleerpärlitega. Mutrite alla paigutatavad traadi otsad keeratakse kokku ja kruvitakse siis tihedalt seibide vahele kinni. Nüüd asetatakse tiigel kesta ja täidetakse ettevaatlikult kloppi-

¹ Küttekehade arvutamist vaata D. Vardja «Amatöörelektrik» lk. 304. Eesti Riiklik Kirjastus 1955.

des tiigli ja kesta vaheline ruum soojust isoleeriva täiteainega. Ahju ülemine äär kaetakse saviga, kuhu torgatakse gaaside väljapääsuks traadiga mõned augud. Pärast mõnepäevast kuivamist on tiigelahi kasutamiseks korras. Ahjule korraliku välimuse andmiseks värvitakse see üle spetsiaalse ahjuvärviga, lavalise õlivärviga või nitrovärviga.



Joon. 19. Toruahi: *a* — ahju vaade; *b* — kate, kuhu kinnitatakse küttetraadi otsad.

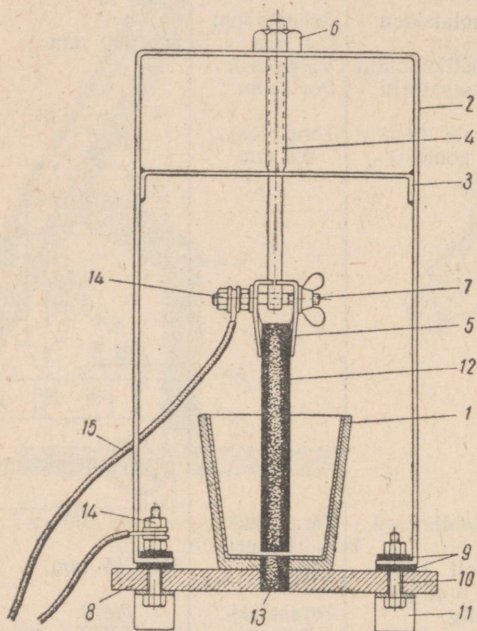
b. Toruahi (joon. 19) sarnaneb tiigelahjuga. Tema kuumutusruumiks on aga portselantoru — silinder. Sellist ahju vajatakse katseteks aurude ja gaasidega. Seda võib kasutada ka terasvarraste karastamiseks jne.

Detailidest (joon. 19) on küttetraadina 2 soovitatav, juhul kui on vajalik saavutada temperatuuri kuni 1000° , tabelis ära toodud takistustraadi asemel kasutada kroomnikkeltraati, läbimõõduga 0,8—1,5 mm. Sellise küttetraadiga ahju ei ole võimalik otse võrguvooluga toita, sest küttekeha takistus on väike. Selleks tuleb kasutada trafot pingega 40—80 volti. Kohane oleks universaaltrafo, mille pinget saab valida.¹

¹ vt. D. Vardja «Amatööelektrik», lk. 296.

Isolatsioonina 3 on mainitud asbestpappi. Mõnel määral asendab seda ka 3—5 mm paksune savi- või kipsikiht, kusjuures savi või kipsisegule tuleb võimaluse korral lisada asbestkiudu või -pulbrit.

Monteerimine. Kütetraadi algus kinnitatakse tugevalt umbes kahe sentimeetri kaugusel toru otsast 1 mm jämeduse traadiga. Ülejäänud traat mähitakse väga hooli-



Joon. 20. Kaarleekahi.

kalt torule, kusjuures keerdude vahekaugus oleks 1 mm. Mähise lõpp kinnitatakse samal viisil nagu alguski. Ots viiakse aga üle küttekeha ühe pistikupoldi juurde. Traat isoleeritakse küttekehast vilgukivi lehtedega. Nüüd kinnitatakse kütetraadi otsad pistikupoltidel asuvate mutrite alla. Seejärel kaetakse kogu küttekeha asbestpapist isolatsiooniga ning asetatakse kattepoolad 6 kohale. Kattepoolad kinnitatakse otstest traatvõrudega ja keskelt suletakse kogu kate hoidjaga 7. Nüüd jätkatakse monteerimist joonise eeskujul. Toru saab pöörata polt 8 ümber, seega

on teda kasutamisel võimalik asetada soovitud suunas. Toru otste vajaduse korral sulgemiseks valmistatakse p. 2 antud juhiste järgi keraamilised korgid.

c. Kaarleekahi (joon. 20) on vajalik kõrgetel temperatuuridel sulavate ainete sulatamiseks. Nii vajatakse teda näiteks kaltsiumkarbiidi valmistamiseks.

Kaarleekahju detailid (joon. 20)

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
1	1	Tiigel	Šamott	
2	1	Statiivi raam	Vitsteras, 2×25 mm	
3	1	Juhtplekk	Vitsteras, 2×25 mm	
4	1	Elektroodi- hoidja varras	Teras	
5	2	Käpad	Vitsteras, 2×25 mm	
6	1	Reguleerimis- mutter	Teras, M10	
7	1	Polt tiib- mutriga	Teras, M5×50	

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
8	1	Alus	Terasplaat	
9	4	Isoleerseibid	Asbest, vilgu-kivi	
10	2	Kinnitus-poldid seibide ja mutritega	Teras, M5×40	
11	2	Jalad	Vitsteras, 2×25 mm	
12	1	Liikuv elektrood	Kaarlambi süsi	Ø 20 mm
13	1	Seisev elektrood	Kaarlambi süsi	Ø 20 mm
14	2	Juhtmete kinnitus-mutrid	Valgevask	M5
15	2	Juhe	Isoleeritud vaskjuhe (painduv)	Ø 2—3 mm, pikkus 1,5 m

Detailidest (joon. 20) on tiiglina 1 kõige kohasem grafiittiigel. Sel juhul ei ole enam vaja seisev-elektroodi, kuna tiigel ise osutub teiseks elektroodiks. Tiiglit võib asendada ka kohase suurusega savist lillepott. Nii šamoti- kui ka savitiiglile puuritakse põhja nii suur auk, et sellesse mahuks lihedalt seisev elektrood 13.

Juhtpleki 3 valmistamisel arvestalagu, et selle augu kuju vastaks täpselt elektroodihoidja varda 4 profiilile. Viimase valmistamisel keermestatakse pool varda pikkusest, teine pool aga käitatakse vastaskülgedelt 1—2 mm sügavuseni tasapinnaliseks. See osa vardast hakkabki mutri 6 pööramisel juhtplekis olevas augus üles-alla liikuma, takistades varrast mutriga kaasa pöörlemast.

Käppade 5 otste vahel asetseb liikuv elektrood 12, seetõttu on tarvis käppi alasil veidi kumeraks pinnida.

Alusesse 8 puuritakse samuti seisevelektroodi läbimõõdule vastav auk. Elektroodil peab olema alusega hea kontakt, kuna ta on selle kaudu ühendatud vooluringi.

Monteerimisel tuleb peamine tähelepanu pöörata statiivi raami isoleerimisele seadme alusest. Samuti ei tohi raamil olla elektrilist kontakti poltidega 10. Juhtplekk 3 keevitatakse, needitakse või kinnitatakse poltidega raami 2 külge.

Liikuva elektroodi kaugust seisvast elektroodist reguleeritakse mutri 6 pööramisega. Kaarleegi tekitamiseks sobib hästi alalisvool pingega umbes 40 volti ja voolutugevusega 15—25 amprit. Vahelduvvoolu puhul olgu pinge pisut kõrgem — 50—60 volti, voolutugevus sama. Kõrgemat pinget ei tohi kasutada, kuna siis muutub seade elukardetavaks. Isegi lubatud pinge puhul ei tohi haarata palja käega korruga seadme alusest ja raamist või reguleerimismutrist.

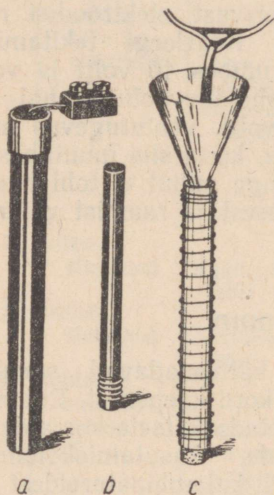
Valmis seade värvitakse.

4. ELEKTROODID

Sageli ei ole kaarlambisöed kättesaadavad, samuti ei ole söest keevituselektroode mõnikord käepärast. Ent nende puudumine ei tarvitse siiski takistada katsete korraldamist. Süsielektroode saadakse vanade, kasutamiskõlbmatute kuivelementide lammutamisel. Taskulambipatareidest eraldatavate elektroodide läbimõõt on 6 mm ja pikkus 55 mm. Elektroodide eraldamiseks purustatakse ettevaatlikult asfalt-pigi ja lõigatakse traatühendused läbi. Pigi säilitatakse tihendusvahendina, tsink tsingijäätmetena. Seejärel vabastatakse elektroodide otsad nii pikalt, et neist oleks võimalik tangidega kinni haarata. Kui elemendid ei ole liiga kuivanud, eralduvad elektroodid kergesti. Seejuures oldagu ettevaatlik, et ei tõmmataks ära elektroodi otsas asetsevat metallmütsikest.

Telefonielementidest saadavate süsielektroodide pikkus on 117 mm ja läbimõõt 14 mm. Veelgi suuremaid elektroode, läbimõõduga 18 mm ja pikkusega 162 mm, eraldatakse raadio küttepatareidest. Elementidest eraldatud süsielektroodid pestakse veega ja säilitatakse. Soovides neid kasutada kaarleekseadmeis, pannakse nad enne tulle, kus nad vabanevad õlidest ega suitse kasutamisel.

Süsielektroodide ühendamiseks vooluallikaga elektro-
lüüsi ja teistes seadmetes, kus temperatuur ei ületa joote-
tina sulamistemperatuuri, joodetakse metallmütsikese külge
ühendustraata ning selle ots kinnitatakse klemmi alla. Kui
metallmütsike puudub, ent siiski osutub vajalikuks hea
ühendus, galvaniseeritakse elektroodi ots vasevannis
(p. 30). Vasega kaetud otsale joodetakse külge ühendus-
traat. Peale spetsiaalsete klemmide on kohane kasutada
armatuuriklemme (joon. 21, a).



Joon. 21. a — metall-
mütsiga süsielektrood
koos klemmiga; b — elekt-
roodi otsale keerutatud
traat; c — seatinaelektro-
odi valamine.

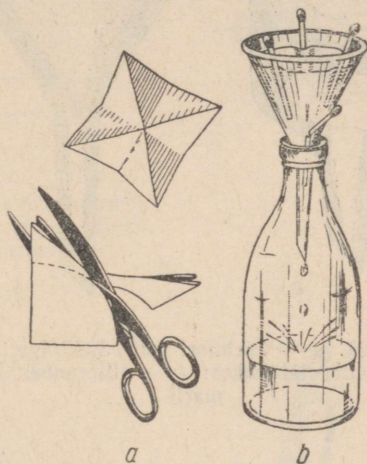
Teistel juhtudel, eriti kaarleekseadmes ei kõlba joodetud ühendused. Siin tuleb ühendustraata mähkida ümber elektroodi otsa (joon. 21, b).

Elektrolüüsiseadmes ja galvanotehnikas vajatakse sageli seatinaelektroode. Ümmarguste elektroodide saamiseks valmistatakse paberist vorm (joon. 21, c). Selleks rullitakse paber tihedalt mõne ümmarguse eseme ümber toruks. Vormi kinnitamiseks seotakse selle ümber niit või peenike traadike. Saadud vorm suletakse alt. Tina valamiseks vormi valmistatakse paberist lehter. Pikemate pabervormide puhul on tarvis vormi pealt toetada. Selleks asetatakse vorm valamise ajaks kohase läbimõõduga torusse. Lamedate elektroodide saamiseks kallatakse tina kohase kujuga plekkpannile või klotsikesega savisse, kipsi või

betooni vajutatud vormi. Valamise teel valmistatakse ka alumiiniumist ja tsingist elektroode. Pabervormid on aga mainitud metallide valuvormidena kõlbmatud.

5. FILTREERIMINE

Filtreerimisega eraldatakse lahustest tahked osakesed. Filtreerimiseks vajatakse lehtrit ja filtreerimismaterjali: filterpaberit või riidet, puuvilla, klaasvatti jne. Filtreerimisriidena on kohane villane ja puuvillane flanelriie. Lehtri-

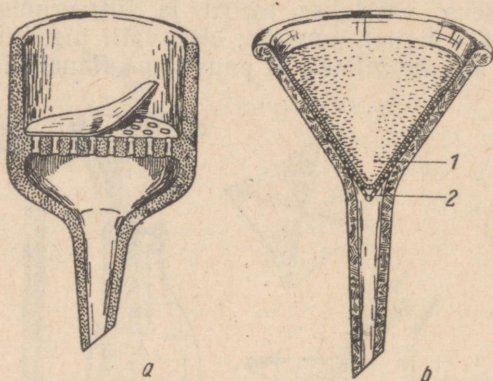


Joon. 22. *a* — filterpaber ja selle lõikamine; *b* — filtreerimine.

tena on kõlblikud klaasist või keraamilisest materjalist lehtrid. Alumiiniumist või tinutatud plekist lehtreid saab harva kasutada, kuna metallid reageerivad hapele, leeliste ja isegi mõnede soolalahustega.

Filtreerimisepaberit kaubastatakse suurtes poognates. Tarvitamisel lõigatakse paberist paraja suurusega ruudukujulised tükid (joon. 22, *a*). Et teatud tööde juures kasutatakse alati ühesuuruseid lehtreid, siis on otstarbekohane lõigata korraka valmis suurem kogus filterpabereid, millega säästetakse aega ja materjali. Paraja suurusega filterpaberi ruuduke murtakse kokku diagonaali mööda

kolmnurkadeks. Kokkumurtud äär ümardatakse kääridega. Niiviisi valminud filterpaber asetatakse lehrtrisse. Filtreerimise kiirendamiseks pannakse paberi ja lehtri vahele mõned klaasist või puidust pulgakased (joon. 22, *b*). Kui lehter asetada sileda servaga anumale, näiteks pudelile, siis peab lehtri toru ja anuma suu vahele asetama tikku, muidu ei pääse õhk pudelist välja ja filtreerimine lakkab.

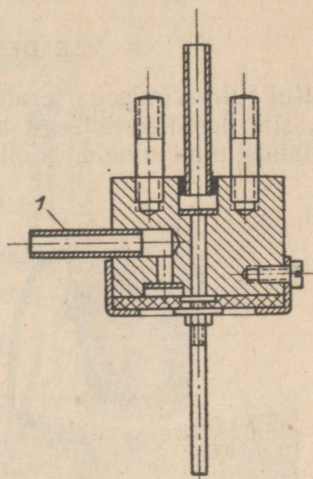


Joon. 23. *a* — büchneri lehtri läbilõike; *b* — klaaslehter läbilõikes: 1 — filterpaber, 2 — marli.

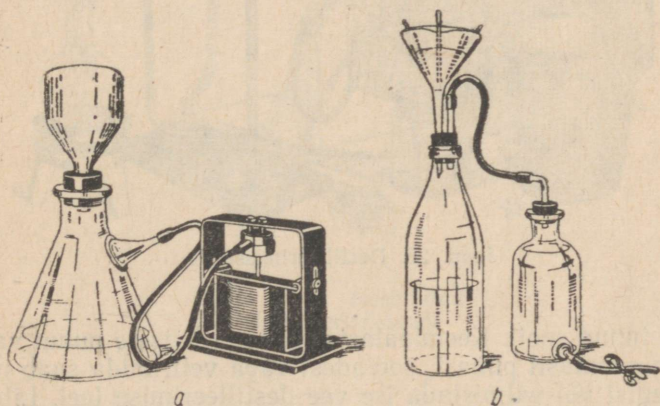
Tiheda filtreerimismaterjali puhul toimub filtreerimine liiga aeglaselt. Selle kiirendamiseks kasutatakse filtreerimist vähendatud rõhu ehk vaakuumi all, st., et anumast, kuhu koguneb läbi filtri väljuv vedelik, imetakse pumba abil õhku välja. Sellist filtreerimisviisi nimetatakse kiirfiltreerimiseks. Kiirfiltreerimiseks kasutatakse büchneri lehtrit (joon. 23, *a*). Büchneri lehter varustatakse lehtritava suuruse filterpaberist kettaga. Viimane surutakse vedeliku ja välisrõhu mõjul tihedalt filtri põhjale. Kasutades tavalist koonusletrit, peab filterpaberi alla asetama tükk riiet (marli), muidu puruneb filterpaber vaakuumi tõttu (joon. 23, *b*).

Vähendatud rõhk anumast saavutatakse veejoapumba, lõõtspumba või kõige lihtsamalt, elektrilise membraanpumba abil. Viimase ehituskirjeldus on toodud «Amatöör-elektrikus» lk. 328 (akvaariumipump). Kirjeldatud pumba

trumli ehitust tuleks täiendada õhu sissevooluava ette kinnitatava toruga, mille otsa oleks võimalik tõmmata kummi-
voolikut (joon. 24).



Joon. 24. Membraanpumba
trummel: 1 — juurde mon-
teeritav imemistoru.



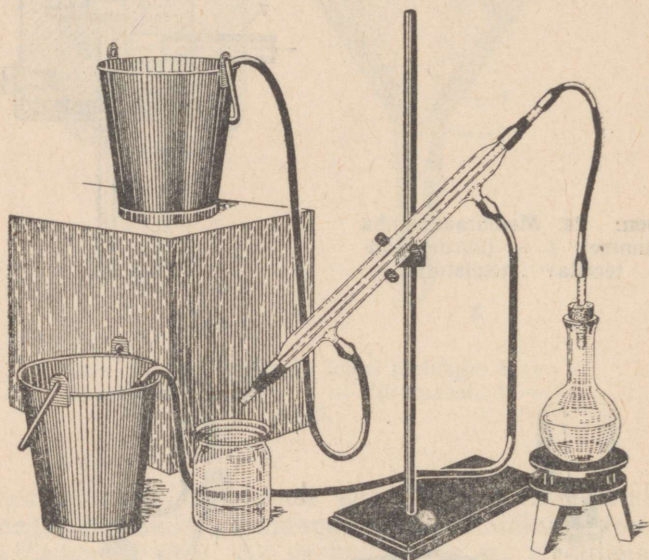
Joon. 25. Filtreerimisseadmed: *a* — bunseni kolb membraanpumbaga; *b* — piimapudel väljavoolupudeliga.

Filtreerimisanumana kiirfiltreerimisel saab edukalt kasutada bunseni kolbi või ka tavalist piimapudelit. Anum

suletakse tihedalt kummikorgiga, millest on läbi viidud leetri toru. Piimapudelit kasutades peab pudelis hõren-duse tekitamiseks korgist läbi viima ka klaastoru (joon. 25).

6. VEE DESTILLEERIMINE

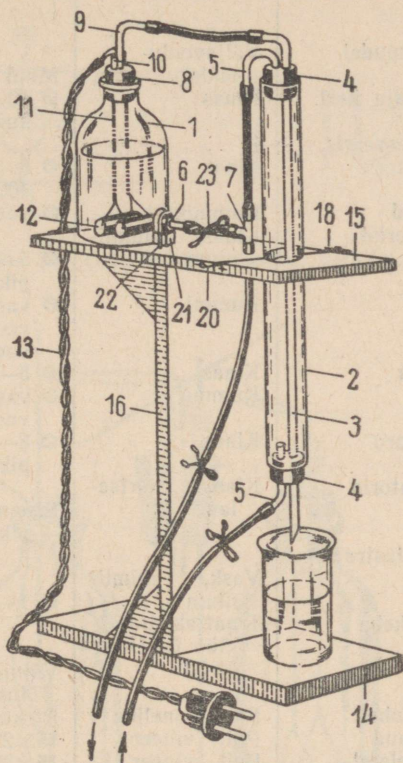
Kui filtreerimisega eraldatakse lahustest tahked osake-sed, siis destilleerimisega on võimalik lahustest eraldada ka lahustunud aineid. Kõik looduslikud veed sisaldavad



Joon. 26. Destilleerimisseade.

lahustunud sooli. Keemiaalaste tööde ja katsete puhul vaja-takse enamasti puhast, sooladest vaba vett, mida saab osta apteegist või valmistada ise vee destilleerimise teel. Lihtsa destilleerimisseadme ehitus on näha joonisel 26. Selle põhi-osadeks on aurustamiskolb ja liibigi jahutaja. Jahutus-veesi voolab ühest ämbrist teise. Säärase seadmega võib saada tunni jooksul ligi pool liitrit destilleeritud vett. Kooli ja tehnikaringi praktikas on otstarbekohane metall-kerega destilleerimisaparaat. Kuigi viimati mainitud apa-raat on kompaktne ja metallist kere tõttu ka kasutamis-

kindel, täidab praktiliselt hästi oma ülesannet ka alljärgnevalt kirjeldatud isehitatav, automaatselt töötav destilleerimisseade (joon. 27).



Joon. 27. Isehitatud destilleerimisseade.

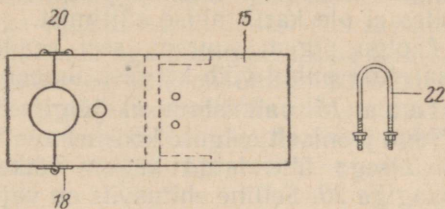
Väljavoolupudeli 1 ülemise ava läbimõõt ei tohi olla alla 20 mm. Väiksema ava puhul on võimalik pudelisse küttekeha paigutada.

Jahutaja kesta 2 võiks parema puudumisel kasutada ka suure läbimõõduga lambiklaasi. Metalltoru (v. a. alumiiniumist) kasutamisel võib jahutusvee juurdeja äravoolu toru joota kesta külge.

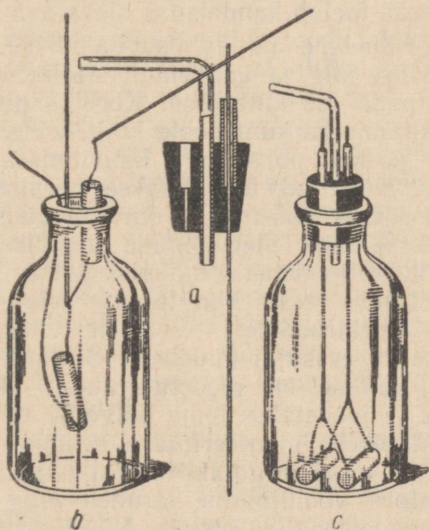
Destilleerimisseadme detailid (joon. 27, 28)

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
1	1	Keedupudel	Väljavoolu- pudel	Maht 1 l
2	1	Jahutaja kest	Klaas	Ø 50—60 mm, pik- kus 250—350 mm
3	1	Kondenseeri- mistoru	Klaas	Ø 8—10 mm, pikkus 400—500 mm
4	2	Korgid	Kummikork	Ø vastavalt detailile 2
5	2	Põlvlorud	Klaas, alumii- nium	Ø 5—6 mm, haara pikkus 50 mm
6	1	Kork	Kummi	Ø vastavalt välja- voolupudeli välja- vooluavale
7	1	T-toru	Klaas	Ø 5—6 mm
8	1	Kork	Kummi	Ø vastavalt välja- voolupudeli suule
9	1	Põlvtoru	Klaas	Ø 8—10 mm, haara pikkus 50 mm
10	2	Isolaatorid	Klaas, portse- lan	Sisemine Ø 1,5—3 mm, pikkus 25—30 mm
11	2	Ühendustraadid	Vask, alumii- nium	Ø 1—2 mm
12	2	Küttekeha	Traattakistid, tüüp СТ-Э- 42-33	Võimsus 23 W, takis- tus 200 oomi
13	1	Toitejuhe	Kahesooneline	Pikkus 1,5 m
14	1	Aluslaud	Puit, vineer	15×220×300 mm
15	1	Kandelaud	Puit, vineer	15×220×240 mm
16	1	Jalg	Puit, vineer	15×220×300 — — 350 mm
17	4	Puidukruvid		M4×30 mm, peit- peaga
18	1	Kastihing		Suurus vastavalt kandelauga paksu- sele
19	4	Puidukruvid		M2×15 mm
20	1	Kinnitushaak		
21	1	Klots		
22	1	Aas kahe mut- riga		
23	3	Voolikunäpits		Joon. 28

Kondenseerimistoru 3 pikkusest oleneb suurel määral jahutaja efektiivsus. Lühikese kesta puhul peaks see olema spiraalne, paisuline või sikksakiline. Isevalmistamisel tuleb arvesse esmajoones sikksakiline toru.



Joon. 28. Destilleerimisseadme detailid.



Joon. 29. Destilleerimisseadme detailid ja monteerimine: *a* — korgi läbilõige; *b* — küttekehade monteerimine; *c* — monteeritud küttekehad.

Korkidesse puuritakse torude läbiviimiseks vajalikud avad.

Küttekeha 12 valmistamiseks sobivad traattakistid

võimsusega 20—50 W piirides ja takistusega 200—300 oomi, mis mahuvad pudelisse. Küttekeha võib valmistada ka ise 0,2—0,3 mm läbimõõduga kroomnikkeltraadist. Spiiraali keeratud takistustraata asetatakse pudelisse lahtiselt või mõnel alusel. Alus võib olla ka puidust või kummist, kuna vees olles ei ole karta aluse süttimist.

Alus 14 olgu pigem suurem, sest seade on küllalt kõrge ja kitsa aluse puhul võib kergesti ümber kukkuda.

Kandelauala 15 valmistamisel jälgige detailjoonist (joon. 28). Nagu jooniselt selgub, koosneb see kahest osast, mis on teineteisega ühendatud küljelt väikese kastihingega 18 ja haagiga 20. Selline ehitusviis on vajalik jahutaja kesta 2 kinnitamiseks kandelauale. Kasutades jahutaja kestanaga ühtlase läbimõõduga lambiklaasi, võib kesta avasse pista: ava lahtikäimine ei ole vajalik, kuna lambiklaasi kumer osa toetub kandelaualas oleva ava servadele.

Monteerimine ja kasutamine. Kõigepealt koostatakse alus, jalg ja kandelaud statiiviks. Järgnevalt paigutatakse pudelisse küttekeha. Korki 8 puuritakse isolaatorite kinnitamiseks kuni poole korgi kõrguseni süvised (joon. 29, a) ja auk põlvtoru 9 läbiviimiseks. Küttekeha moodustavad takistused ühendatakse paralleelselt. Kuna pudeli suu on kitsas, siis meil ei õnnestu takistusi kõrvuti asendis pudelisse viia. Tuleb toimida järgmiselt: ühe ühendustraadi 11 külge joodetakse mõlema takisti üks elektrood, teise ühendustraadi otsale kinnitatakse esialgu ainult üks vabaksjäänud elektroodidest. Selliselt viiakse mõlemad takistid joonis 29 eeskujul pudelisse. Seejärel tõmmatakse ühendustraata, millele on joodetud ainult üks elektrood, pudelist välja ja joodetakse tema külge ka teine elektrood. Seega ongi küttekeha monteeritud. Ühendustraadide viimiseks läbi kummikorgi torgatakse korki augud. Siis asetatakse isolaatorid voolujuhtme harudele ning juhtmeharud joodetakse ühendustraadide otstele. Nüüd surutakse isolaatorid korgi sisse. Säärane ühendusviis on vajalik selleks, et vältida töötamisel kokkupuudet võrgupingega.

Järgnevalt puuritakse pudeli 1 väljavooluava sulgevasse korki 6 auk. Auk varustatakse klaastoruga. Klaastoru otsa tõmmatakse 40—50 mm pikkune kummitoru. Pärast seda, kui jahutaja on kandelauale kinnitatud, ühendatakse sellest väljuv jahutusvee toru T-toru 7 kaudu kummitorude abil väljavoolupudeligas (jälgida joonist). Et vältida pudeli kukkumist, kinnitatakse see traataasa 22 ja klotsi 21 abil

kandelauale. Vee juurdevool jahutajasse toimub alumise põlvtoru 5 otsa kinnitatud kummivooliku kaudu. Jahutusvee väljavoolutoru on aga kinnitatud kummivoolikuga T-toru 7 vabaksjäänud haara otsa.

Kasutamisel on destilleerimisseadet kõige kohasem ühendada veekraaniga, kuid jahutusvee anumatena on kasutatavad ka veeämbrid, milledest üks asetatakse kandelaua kõrgusele, teine aga põrandale. Ühe tunni jooksul ära kasutatud jahutusvee hulk on umbes 20 liitrit.

Seade töötab automaatselt. Auruks muutuva vee hulka täiendatakse pidevalt T-toru kaudu. Vee seisu keedunõus ja vee ringlemise kiirust reguleeritakse veekraani ja torunäpitsa 23 abil.

7. ELEKTRISEADMED

Enamiku käesolevas raamatus toodud katsete ja tööde sooritamiseks vajatakse alalisvooluallikaid pingega 3—10 volti ja voolutugevusega mitte üle 10 ampri. Üksikute katsete puhul, nagu katsed kaarleekahjuga, on tarvis võimsaimad seadmeid — 1000 W, 40 V. «Amatöörelektrikus» (p. 66, lk. 254) on ära toodud nii elektronlamp kui ka kuivalaldajate põhimõttelised ja praktilised ehituskirjeldused, milliseid on kohane vooluallikate valmistamisel aluseks võtta. Jättes kõrvale praktilised ja majanduslikud kaalutlused, saab katseid sooritada demonstratsiooni eesmärgil telefoni- ja raadiotoitelementidest koostatud patareidega ja isegi taskulambipatareidega. Mõnede galvaani elementide ehituskirjeldusi leiata käesolevas raamatus p. 23, samuti ka raamatus «Noor elektrik»².

Mõõteriistadest on vajalikud voolutugevuse mõõtjana ampermeeter mõõtepiirkonnaga 0—1 A. Mõõteriistadele tuleks juurde valmistada veel šunt mõõtepiirkonna laiendamiseks kuni 10 amprini. Pinge mõõtmiseks on vajalik voltmeeter mõõtepiirkonnaga 0—1 V ja 0—50 V. Kasutada võiks harilikke kilbi mõõteriistu täpsusklassiga 1,5 või 2,5. Voolu ja pinge reguleerimiseks on tarvis reostaati 50 oomi, 3-amprilisele voolutugevusele. Otstarbekohane on raamreostaat. Ka mõõteriistade ja reostaatide omaduste, nende

² D. Vardja, E. Vannas. Noor elektrik. Eesti Riiklik Kirjastus 1952.

ehituse ning isehitamise kohta leidub materjale «Amatöör-elektrikus» (p. 29, lk. 118).

Madalapingeliste vooluallikate kasutamisel on eriti tähtis juhtmete küllaldane läbimõõt ja ühenduskontaktide kvaliteet. Peenikesed juhtmed ja halvad, ebakindlad ühendused tekitavad suurt pingelangu. Seetõttu tuleb vältida alla 0,5 mm läbimõõduga juhtmeid. Ühendused olgu joodetud või korralikult keeratud kinnitusmutrite ja -klemmide alla.

8. KEMIKAALIDE SÄILITAMISEST

Kemikaale säilitatakse klaaspudelites või -purkides, kuna metallist anumad on selleks vähem kohased ja paljude kemikaalide puhul isegi kõlbmatud. Anumad suletakse



Joon. 30. Kemikaalide säilitamine.

korkide või kaantega. Kemikaalide säilitamisel peab arvestama nende mürgisuse, tuleohtlikkuse, hügroσκοopsuse, lenduvuse ja valgustundlikkusega.

Paremini suletavaid säilitamisanumaid kasutatagu kangete hapete, lenduvate ja hügroσκοopsete kemikaalide hoidmiseks. Sellisteks anumateks on lihvitud klaaskorkidega pudelid ja purgid. Hästi ja hermeetiliselt sulevad anumaid ka kummikorgid. Vähem kasutatavad on plastmassist kaaned ja korgitamme koorest korgid (joon. 30).

Mõnede selle teose ulatuses kasutatavate ainete säilitamise kohta tuleks arvestada alljärgnevaid erinõudeid.

Kemikaalid suurtes tükkides ei mahu tihti muidu pudelitesse, kui neid peab enne peenendama. Selleks mähitakse kemikaalid puuvillasesse riidesse ja purustatakse haam-

Kemikaalide säilitamine

Kemikaali nimetus	Keemiline valem	Omadusi	Säilitamine	Erimärkused anumail
Ammoonium-hüdroksüüd	NH_4OH	Lenduv, tugeva lõhnaga	Klaaspudel klaas- või kummi-korgiga	
Bensiin		Lenduv, tuleohtlik, lahustab kummit	Hermeetiliselt suletav anum	Tuleohtlik
Bertoiee sool	KClO_3	Orgaaniliste lisandite juuresolekul plahvatab hõõrdumisel	Klaaspudel klaaskorgiga	
Elavhõbe	Hg	Aurud väga mürgised	Klaaspudel klaas- või kummi-korgiga	Mürk
Etüülalkohol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Lenduv	Klaaspudel klaas- või kummi-korgiga	Tuleohtlik
Etüüleeter	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$	Väga lenduv, kergesti süttiv	Klaaspudel klaaskorgiga	Tuleohtlik
Höbenitraat	AgNO_3	Valgustundlik, mürgine	Pruunis klaaspurgis	Mürk
Höbekloriid	AgCl	Valgustundlik	Pruunis klaaspurgis vee all	
Höbejodiid	AgJ	Valgustundlik	Pruunis klaaspurgis	

Kemikaali nimetus	Keemiline valem	Omadusi	Säilitamine	Erimärkused anumail
Jood	J	Lenduv	Klaaskorgiga purk	
Kaalium-hüdroksüüd	KOH	Kange leeline, hügrokoopne. Õhu käes seistes muutub potaseks	Klaaskorgiga purk	Sööbiv
Kaaliumjodiid	KJ	Valguse mõjul eraldub jood	Pruun klaaspurk	
Kaalium-karbonaat	K_2CO_3	Hügrokoopne	Klaaskorgiga purk	
Kaalium-bikromaat	$K_2Cr_2O_7$	Valgustundlik	Pruun klaaspurk	
Kaltsiumkloriid	$CaCl_2$	Hügrokoopne	Klaaskorgiga purk	
Kaltsiumkarbiid	CaC_2	Laguneb õhu käes, lõhnab tugevasti atsetüleeni eraldades. Tuleohtlik	Hermeetiliselt suletav anum	Tuleohtlik
Keedusool	NaCl	Hügrokoopne	Klaaskorgiga pudel	
Kips, põletatud	$CaSO_4$	Õhu käes kõvastub	Kuivas kohas, suletud anum	
Kloorubi	$Ca(Cl)OH$	Laguneb õhu käes, eraldab tugevasti lõhnavat kloori	Kuivas kohas, suletud anum	

Kemikaali nimetus	Keemiline valem	Omadusi	Säilitamine	Erimärkused anumail
Lämmastikhape	HNO_3	Põletav vedelik, eraldab mürgist gaasi	Klaaspudel klaaskorgiga	Sööbiv
Naatrium	Na	Uhineb kergesti õhuhapnikuga ja veega	Klaaskorgiga suletud klaaspudelis petrooleumi sees	Sööbiv
Naatriumjodiid	$\text{NaJ} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Valgustundlik	Pruunis pudelis	
Naatriumkarbonaat kristal.	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Muutub õhu käes seistes vevabaks	Hermeetiliselt suletud nõus	
Naatriumnitraat	NaNO_3	Hügrokoopne	Hermeetiliselt suletud nõus	
Naatriumnitrit	NaNO_2	Nõrgalt hügrokoopne	Pruunis klaaskorgiga pudelis	Mürk
Raudsulfaat	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Ohu käes laguneb pikkamööda	Hästi suletult	
Soolhape	HCl	Sööbiv vedelik	Klaaskorgiga pudel	Sööbiv
Tsinkkloriid	ZnCl_2	Hügrokoopne	Klaaskorgiga purk	
Väävelhape	H_2SO_4	Põletav vedelik, hügrokoopne	Klaas- või kummikorgiga pudel	Sööbiv
Äädikhape	CH_3COOH	Kange hape	Klaaskorgiga pudel	Sööbiv

riga. Vajatakse aineid aga pulbrilisel kujul, siis hõõrutakse ained peeneks portselanuhmris uhmrinuia abil.

Pudelik, purgid ja teised säilitamisvahendid varustatakse tingimata etikettidega. Etiketil tuleb märkida aine nimetus, keemiline sümbol ja vajaduse korral ka erimärkus (tabel 1). Lahuse puhul märgitakse etiketil ka lahuses sisalduva aine hulk %%-des (joon. 30).

9. KATSETEKS ETTEVALMISTUMINE JA OHUTUSTEHNILISED VAHENDID

a. Katsevahendite puhastamine

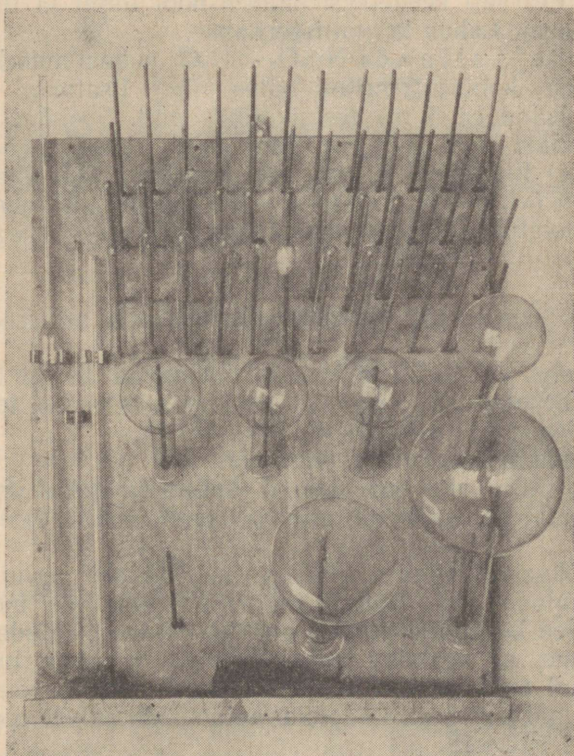
Ettevalmistumine järgmiseks katseks algab katsevahendite korrastamisega eelmise katse lõpul. Katsel kasutatavate nõude: katseklaaside, pudelite, kolbide jne. korrastamine seisneb nende pesemises ja kuivatamises. Pesemist ja kuivatamist teostatakse kohe pärast katse lõpetamist, enne kui nõudesse jäänud kemikaalide jäägid kuivavad.

Katsenõude pesemiseks kasutatakse esmajoones vett. Õliseid nõusid pestakse leeliste ja soodalahusega. Roosteplekkidega anumaid pestakse soolhappega. Lilla tindiga värvunud nõusid saab puhtaks samuti leeliste ja sooda või lahjendatud väävelhappega. Kõige mustemaidki klaasnõusid saab puhtaks pesta nn. kroomseguga, s. o. väävelhappega, millele on lisatud kaalium- või naatriumbikromaati.

Mehaaniliste puhastusvahenditena vajatakse pudeli- ja kätipesuharju.

Pestud katseanumad asetatakse kilbile kuivama (joon. 31). Kilp valmistatakse 15—20 mm paksusest lauast või vineerist, suurusega ca 550×650 mm. Pulkade pikkus võib olla koos laua sisse löödava osaga 150 mm, läbimõõt olenevalt otstarbest ja materjalist 4—8 mm. Kui pulgad valmistatakse terastraadist, siis tuleb nad üle tõmmata kummi- või plastmasstorudega või nikeldada. Otstarbekohane on pulkadeks kasutada tsingitud traadist valmistatud vardaid. Säärasel juhul vajavad ainult löikekohad tinaga katmist. Selleks kastetakse pulgaotsad enne tsinkkloriidi lahusesse ja seejärel sula jootmistinasse. Pulkade sisselöömiseks tuleb augud ette puurida. Augud puuritakse pulkade läbimõõdust veidi peenema puuriga. Puitpulkade puhul puuritakse

augud kaldu — vastavalt tahvlile kinnitatavate pulkade asendile. Metallpulkade puhul puuritakse augud aga otse ja pulgad painutatakse lamemokktangidega kohasesse suunda. Pärast pulkade lauda kinnitamist värvitakse laud õlivärviga.



Joon. 31. Nõude kuivatamise kilp.

Kemikaalid peavad olema vabad igasugustest võõrainetest lisanditest. Nii nähakse tööstuslikus galvanotehnikas ette iga kemikaali suhtes lubatud lisaainete kõrgeim määr. Eriti suurt puhtust nõutakse fosforestseerivate värvide valmistamisel kasutatavatelt ainetelt. Samuti ei saa keemiliste analüüside puhul kasutada madalakvaliteedilisi kemikaale. Neid tuleb mõnigi kord enne kasutamist keeta, filtreerida ja ümber kristalliseerida.

Nii näiteks tuleb keedusoola NaCl puhastamiseks valmistada küllastatud soolalahus ja filtreerida. Filtraat kristalliseeritakse aurutamisega.

Kaalisoola KCl, mida kasutatakse põlluväetisena, võib pärast puhastamist edukalt kasutada isegi galvanotehnikas. Selleks valmistatakse kange soolalahus ja filtreeritakse. Filtraati keedetakse umbes pool tundi ja filtreeritakse uuesti. Lahus kristalliseeritakse.

Nikkelsulfaadi $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ puhastamiseks valmistatakse kontsentreeritud lahus ning lisatakse lahuse 100 ml kohta ca 5 ml vesinikülihapendit. Seejärel keedetakse lahust seni nikkelkarbonaadiga, kuni raud välja sadestub, filtreeritakse ja hapustatakse väävelhappega 2,5 pH-ni (vt. p. 26). Lahusest juhitakse läbi väävelvesinik. Nii sadestatakse vask. Lahus filtreeritakse ja kristalliseeritakse.

b. Vajalikke arvutusi

Katsetel vajalikud ja katsetel saadavad ainete hulgad leitakse arvutamisel. Arvutuste teostamiseks peame teadma:

1. elementide aatomkaalused (tabel 2),
2. keemiliste ühendite valemeid.

Väga palju aitab arvutamist kergendada ka ühendite molekulaarude teadmine, mis on sageli toodud vastavates tabelites.

Aatomkaalud leitakse tabelist, molekulaar arvutatakse aatomkaalude abil. Näiteks on vaja teada vee molekulaaru. Vee keemiline vormel on H_2O . Aatomkaalude tabelist leiame, et vesiniku aatomkaal on 1, kuna hapniku aatomkaal on vastavalt 16. Kuna vee molekulis on kaks vesiniku aatomit ja üks hapniku aatom, siis on vee molekulaar $2 \cdot 1 + 16 = 18$.

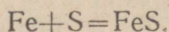
Järgmisena leiame $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ molekulaaru. See on $64 + 32 + 4 \cdot 16 + 5 \cdot 2 \cdot 1 + 5 \cdot 16 = 250$.

Ülesannete lahendamisel kasutatakse lihtsaid võrrandeid. Neis on ainult üks tundmatu, mille koefitsiendiks on otsitava aine aatom- või molekulaar (täpsusega ühelisteni).

Näited:

Ülesanne. Kui palju tuleb võtta väävlit ja rauapuru, et saada 100 g raudsulfiidi?

L a h e n d u s. Reaktsiooni võrrand:



Koostame võrrandi, kus tundmatu kordajateks on vastavate elementide aatomkaalud:

$$56x + 32x = 100$$

$$x = 1,14$$

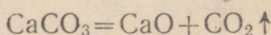
$$\text{Fe} - 56 \cdot 1,14 = 63,8$$

$$\text{S} - 32 \cdot 1,14 = 36,2$$

Seega tuleb reaktsiooniks võtta 63,8 g rauapuru ja 36,2 g väävlit.

Ü l e s a n n e. Mitu g kaltsiumoksüüdi saadakse 500 g lubjakivi põletamisel?

L a h e n d u s. Reaktsiooni võrrand:



Koostame võrrandi nagu eelmises ülesandes:

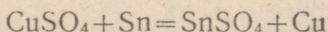
$$500 = 56x + 44x$$

$$x = 5$$

$$\text{CaO} - 56 \cdot 5 = 280 \text{ g}$$

Ü l e s a n n e. Kui palju tuleb võtta tina, et 100 g vask-sulfaadi lahuses asendada vask tinaga?

L a h e n d u s. Reaktsiooni võrrand:



Koostame võrrandi:

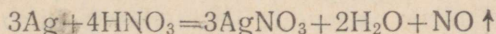
$$100 + 119x = 215x + 64x$$

$$x = 0,62$$

$$\text{Sn} - 74,3 \text{ g}$$

Ü l e s a n n e. Kui palju võtta hõbedat ja kontsentreeritud lämmastikhapet, et saada 20 g hõbenitraati?

L a h e n d u s. Reaktsiooni võrrand:



Koostame võrrandi:

$$324x + 252x = 20 + 36x + 30x$$

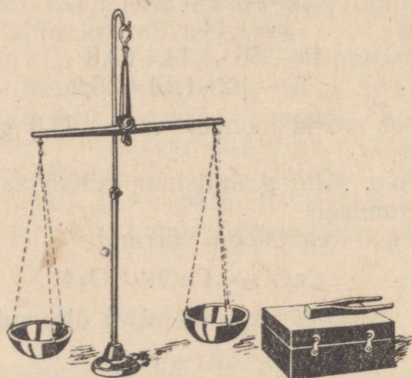
$$x = 0,04$$

$$\text{Ag} - 12,9 \text{ g}$$

$$\text{HNO}_3 - 10,0 \text{ g}$$

Kaalumine peab toimuma küllaldase täpsusega. Paljudel juhtudel võib lubada 1%-list viga. Kaaludena sobivad

väga hästi lihtsad väikesed kangkaalud (joon. 32). Lisaks vihtide komplektile tuleks muretseda veel haavleid või laagrikuulikesi raskusega à 0,1 g. Vihtidena saab kasutada ka käibelolevaid 1-, 2-, 3- ja 5-kopikalisi metallrahasid. Nende kaal grammides võrdub rahalise väärtusega.



Joon. 32. Kangkaalud.

Vedelikke tavaliselt ei kaalu, neid võetakse milliliitrites pipeti vms. abil.

Kemikaale tõstetakse plastmassist lusikaga. Mittemetalse lusika kasutamine on eriti nõutav nende kemikaalide tõstmisel, milledest valmistatakse fosforestseerivaid preparaate. Kemikaale ei tõsteta kaalumisel otse kaalu kaussi, vaid sinna asetatud paberile.

c. Ohutustehnilised vahendid

Ohutustehniliste vahendite kasutamisele tuleb pöörata eriti suurt tähelepanu. Nende mittekasutamine — ohutustehnika reeglite rikkumine, võib põhjustada katse teostajale sageli õige raskeid kehavigastusi. Sellest tingituna tuleb olla ohutustehnika reeglite täitmise suhtes alati nõudlik ja järjekindel, vältides vähimatki kõrvalekaldumist.

Ohutustehnilisi vahendeid kasutatakse mõnikord juba anumate pesemisel. Tihti vajame kaitseprille ainete kristallide purustamisel ja kaalumisel. Reaktsiooni teostamise

Rahvusvahelised aatomkaalud

Elemendi nimetus	Järjekorra number	Sümbol	Aatomkaal	Elemendi nimetus	Järjekorra number	Sümbol	Aatomkaal
Aktiinium	89	Ac	227,05	Küürium	96	Cm	242
Alumiinium	13	Al	26,97	Lantaan	57	La	138,92
Ameriitsium	95	Am	241	Liitium	3	Li	6,94
Antimon	51	Sb	121,76	Luteetsium	71	Lu	174,99
Argoon	18	Ar	39,94	Lämmastik	7	N	14,01
Arseen	33	As	74,91	Magneesium	12	Mg	24,32
Astatiin	85	At	211	Mangaan	25	Mn	54,93
Baarium	56	Ba	137,36	Mendelevium	101	Mv	256
Berüllium	4	Be	9,02	Molübdeen	42	Mo	95,95
Berkelium	97	Bk	249	Naatrium	11	Na	23,0
Boor	5	B	10,82	Neodüüm	60	Nd	144,27
Broom	35	Br	79,92	Neon	10	Ne	20,18
Düsproosium	66	Dy	162,46	Neptuunium	93	Np	237
Elavhõbe	80	Hg	200,61	Nikkel	28	Ni	58,69
Einsteinium	99	E	253	Nioobium	41	Nb	92,91
Erbium	68	Er	167,2	Osmium	76	Os	190,2
Euroopium	63	Eu	152,0	Pallaadium	46	Pd	106,7
Fermium	100	Fm	254	Plaatina	78	Pt	195,23
Fluor	9	F	19,0	Plutoonium	94	Pu	239
Fosfor	15	P	30,98	Poloonium	84	Po	210,0
Frantsium	87	Fr	223	Praseodüüm	59	Pr	140,92
Gadoliinium	64	Gd	156,9	Promeetium	61	Pm	147
Gallium	31	Ga	69,72	Protaktiinium	91	Pa	231,0
Germaanium	32	Ge	72,6	Raadium	88	Ra	226,05
Hafnium	72	Hf	178,6	Radoon	86	Rn	222,0
Hapnik	8	O	16,0	Raud	26	Fe	55,85
Heelium	2	He	4,0	Reenium	75	Re	186,31
Holmium	67	Ho	164,9	Roodium	45	Rh	102,91
Hõbe	47	Ag	107,88	Rubiidium	37	Rb	85,48
Indium	49	In	114,76	Ruteenium	44	Ru	101,7
Iriidium	77	Ir	193,1	Räni	14	Si	28,06
Jood	53	J	126,92	Samaarium	62	Sm	150,43
Kaalium	19	K	39,1	Seatina	82	Pb	207,21
Kadmium	48	Cd	112,41	Seleen	34	Se	78,96
Kalifornium	98	Cf	244	Skandium	21	Sc	45,10
Kaltsium	20	Ca	40,08	Strontsium	38	Sr	87,63
Kloor	17	Cl	35,46	Süsinik	6	C	12,01
Koobalt	27	Co	58,94	Tallium	81	Tl	204,39
Kroom	24	Cr	52,01	Tantaal	73	Ta	180,88
Krüpton	36	Kr	83,7	Tehneetsium	43	Tc	99
Ksenoon	54	Xe	131,3	Telluur	52	Te	127,61
Kuld	79	Au	197,2	Terbium	65	Tb	159,2

Elemendi nimetus	Järjekorra number	Sümbol	Aatomkaal	Elemendi nimetus	Järjekorra number	Sümbol	Aatomkaal
Tina	50	Sn	118,70	Vanaadium	23	V	50,95
Titaan	22	Ti	47,9	Vask	29	Cu	63,57
Toorium	90	Th	232,12	Vesinik	1	H	1,01
Tseerium	58	Ce	140,13	Vismut	83	Bi	209,00
Tseesium	55	Cs	132,91	Volfram	74	W	183,92
Tsirkoonium	40	Zr	91,22	Väävel	16	S	32,07
Tuulium	69	Tu	169,4	Üterbium	70	Yb	173,04
Tsink	30	Zn	65,38	Ütrium	39	Y	88,92
Uraan	92	U	238,07				

ajal peavad olema rakendatud kõik vajalikud ettevaatuse abinõud.

Kaitseprille (joon. 33, *a*) värvitust klaasist või tselluloidist vajatakse silmade kaitsmiseks. Neid tuleb kanda eriti kristalsete sööbeleeliste käsitsemisel, vee ja väävelhappe segamisel, keetmisel jne. Prillide kandmine ohtlike ainetega töötamisel peab kujunema harjumuseks. Värvilisi, tumerohelisi või tahmatud klaasidega prille peab kandma katsete sooritamisel elektri kaarleegiga. Kaitsmata silmadega kaarleeki vaatamine, sageli õige lühikese ajavahemiku vältel, võib põhjustada raskeid nägemishäireid.

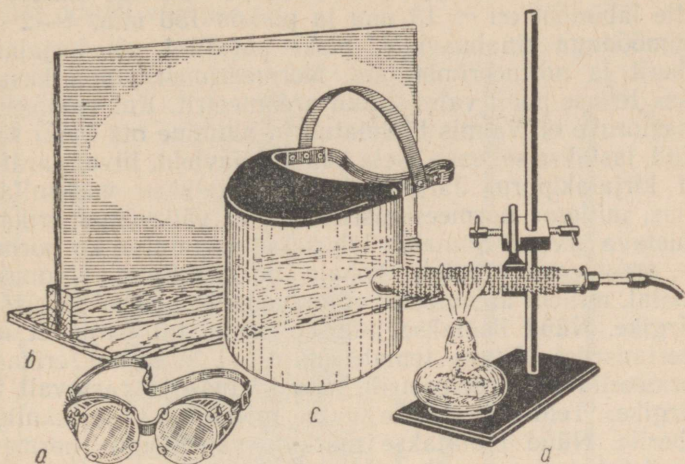
Klaasekraani (joon. 33, *b*) vajatakse enamasti selliste katsete demonstreerimisel, nagu katsed vesinikuga, paukgaasiga ja atsetüleeniga, hapniku tootmisel bertolee soolast jne. Taoliste katsete puhul on otstarbekohased ka näokatted (joon. 33, *c*). Hapniku tootmisel bertolee soolast tuleb reaktsiooninõu kaitsta veel traatvõrguga (joon. 33, *d*).

Kummisõrmi kasutatakse sõrmede kaitsmiseks. Nad on vajalikud hapete ja kangete leelistega töötamisel.

Galvanotehniliste tööde teostamisel on aga tingimata vajalikud kummikindad, sest ollakse pidevalt puutes mitmesuguste kemikaalidega ja nende lahustega. Ka kooli tehnikaringides peavad õpilased harjuma nende kasutamisega.

Tõmbekapi kaudu peavad eemalduma katsetel tekivad mürgised ja halvasti lõhnavad gaasid ning aurud. Kapiga ühendatud tõmbetoru kaudu juhatakse tekkivad gaasid ja aurud ventilatsioonitorustikku. Tõmbekapp peab

olema hermeetiline. Tõmbekapi puudumisel sooritatakse tööd, millede juures tekib mürgiseid gaase, väljas vabas õhus. Mõnikord saab tõmbekapina kasutada ka ahju, kuhu paigutatakse reaktsioonianum.



Joon. 33. Ohutustehnilisi vahendeid: *a* — kaitseprillid; *b* — klaasekraan; *c* — näokate; *d* — traatvõrk katseklaasi jaoks.

Lahuste valmistamisel kasutatakse segamiseks klaaspulka või klaastoru. Leeliste lahuseid võib segada ka terasvardaga. Loksutada tohib ainult korgiga suletud pudeleid ja katseklaase. Sõrmega võib sulgeda katseklaasi ainult siis, kui sõrm on kaetud kummisõrmega.

Kuumi lahuseid ei tohi loksutada. Vajaduse korral segatakse neid klaaspulgaga. Kuuma lahuse loksutamisel lendab sageli kork pudelilt ära. Sõrmega suletud katseklaasi serva vahelt tungib vedelik soojuste mõjul paisunud õhu toimel välja, tekitades pritsmeid.

Kontsentreeritud väävelhappe lahjendamiseks kallatakse alati väävelhappe peenikese joana vette. Vee kallamine väävelhappesse on lubamatu, kuna sellega kaasneb lahuse järsk kuumenemine ja kiire aurumine, mille tõttu hape pritsib nõust välja.

Hapete ja lahuste erikaalu määramiseks kasutatakse areomeetrit (joon. 34, *a*). Areomeeter kujutab endast

alt jämedama otsaga klaastoru, kuhu on pandud peened haavlid, peenemasse otsa aga paberist toru, millele on märgitud määramisnumbrid.

Et areomeetrit ise valmistada, selleks vajatakse laboratoorsetel töödel kasutatavat kergesti sulavat klaastoru, mille läbimõõt on ~ 13 mm ja pikkus 150 mm, 1—2 mm läbimõõduga tinahaavleid, pisut parafiini või kirjalakki, paberit ja normeermisriista. Normeermisriistana kasutatakse tehase poolt valmistatud areomeetrit. Kui määramisriista klaastoruke on valmis tõmmatud ja alumine ots kinni sulatatud, lastakse sellesse kaela kaudu haavleid, liiva, parafiini või kirjalakkipuru. Järgnevalt valmistatakse vasksulfaadi lahus, millesse normeermisriist vajub väikseimat erikaalu tähistava arvuni. Samasse lahusesse asetatakse ka normeermiv areomeeter. Sellele kohale normeermitava areomeetri skaalal, milleni areomeeter vajus vedelikku, tehakse tuššiga märgike. Nüüd lisatakse lahusele soola nii palju, et normeermisriist näitaks temale märgitud suurimat erikaalu. Normeermitavale areomeetrile tehakse tuššiga vastavalt uus märgike. Tehtud märkide vahe määdetakse ja kantakse paberile. Nüüd jaotatakse märkide vahekaugus normeermisriistal vastavas vahemikus olevate jaotuste arvule ning kirjutatakse numbrid juurde. Paber rullitakse kokku ning pistetakse torusse. Sellele järgneb uus võrdlus normeermisriistaga. Pärast lõplikku normeermimist sulatatakse uue areomeetri ülemine toru ots kinni ning kuumutatakse ballastiks olevat parafiini või kirjalakki sulamiseni.

Järgnevalt peatume lühidalt katsetulemuste kontrollimisviiside kirjeldamisel.

Katsetulemuste kontrollitakse:

1. Vaatlusega tehakse kindlaks tekkinud ainete värvus ja läbipaistvus.

2. Lõhn tehakse kindlaks nuusutamise ja, kusjuures gaasid tuuakse käega tõmmates nina juurde.

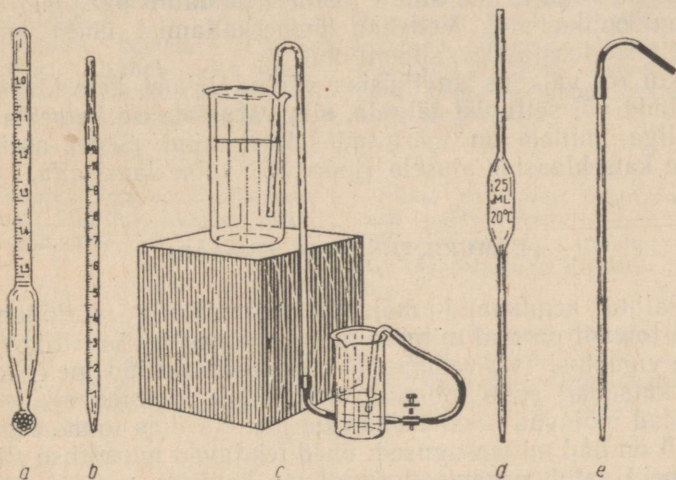
3. Happelisuse määramiseks kasutatakse:

a) lakmuspaberit. Happelistes lahustes värvub lakmuspaber punaseks, leelistes lahustes aga siniseks. Lahuseid loetakse neutraalseteks, kui lakmuspaber omandab lillaka värvuse.

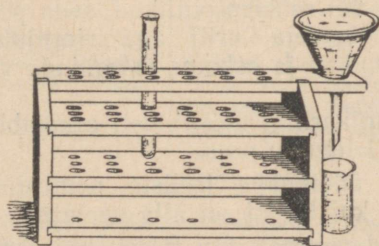
b) kongopunast. Kongopunase vesilahus on punane. Happe lisamisel muutub lahus siniseks. Happeli-

sele, sinise värvusega lahusele leelist lisades omandab see uuesti punase värvuse.

c) metüüloranži. Metüüloranži vesilahus on oranž. Happe lisamisel muutub lahus punaseks. Happelisele, punase värvusega lahusele leelist lisades omandab lahus uuesti oranži värvuse.



Joon. 34. a — areomeeter; b — pipett; c — sifoon; d — pais-pipett; e — tõstetoru.



Joon. 35. Katseklaaside alus.

d) fenoolftaleiini. Fenoolftaleiini vesilahus on värvitu, vees halvasti lahustuvate fenoolftaleiini osakeste tõttu pisut sogane. Leelise lisamisel muutub lahus puna-

seks. Leelisele lahusele happe lisamisel kaotab lahus uuesti punase värvuse.

Kemikaalide või nende lahuste proovimine maitsmise teel on keelatud.

Lahuste ja hapete tõstmiseks kasutatakse pipette ja tõstetorusid (joon. 34, *b, d, e*). Sügavast anumast võib vedelikke välja imeda ainult joonisel näidatud paispipeti ja kummivooliku abil. Vedeliku ümberkallamist ühest anumast teise teostatakse sifooni abil.

Kui on vajadus analüüsiks võetud lahust katseklaasis säilitada või settimist jälgida, siis varustatakse katseklaas sedeliga, millele on märgitud lahuse nimi. Sedel asetatakse katseklaaside alusele (joon. 35) katseklaasi alla.

10. MÜRGITUSED JA ESMAABI

Paljud kemikaalid mõjuvad organismile mürkidena. Oma toimelt on nad mitmesugused. Mõned tekitavad kohalikke vigastusi (väävelhape, naatriumhüdrosüüd jne.), teised kutsuvad esile üldmürgitusi (arsen, sinihape), kolmandad mõjuvad kesknärvikavale jne. Ka oma toime tugevusest on nad mitmesugused: ühed tekitavad mürgituse siis, kui neid satub organismi suuremas koguses (neid tavaliselt mürkideks ei nimetatagi), teised mõjuvad mürkidena kontsentreeritud kujul, kolmandad mõjuvad surmavalt juba õige väikestes annustes. Missugused ained on ohutud, misugused vähem või rohkem ohtlikud, seda peab teadma iga kemikaalidega tegeleja, eriti aga ringijuht ja õpetaja. Samuti peab tundma ja oskama rakendada vajalikke esmaabivahendeid.

Kooli ja tehnikaringi töökabineti esmaabivahendite hulgas peab alati leiduma:

1. 3%-line äädikhape leeliste neutraliseerimiseks ja sissevõtmiseks, kui leelist on alla neelatud.

2. Põletatud magneesium sissevõtmiseks, kui hapet on alla neelatud.

3. Sooda, hapetega põletatud kohtade katmiseks.

4. Glaubrisool.

5. Vesinikülihapend (1—2%-line).

6. Provanksõli.

7. Ammoniaagilahus.

Seitsmeaastase kooli praktikas lubatakse kasutada

Esmaabi mürgituste puhul

Mürgi nimetus ja mürgituse sümptomid	Esmaabi ja vastumürk
<p>Alkohol (etüül- ja metüülalkohol, denaturaat) Teadvuse kadumine. Oksendamine. Alkoholi lõhn suust. Nõrk pulss. Denaturaadiga mürgituse korral nägemise häired.</p>	<p>Tekitada oksendamist. Hoolitse da värske õhu eest. Pähe külm kompress. Hingata sisse nuuskpiiritust. Teadvuse kadumisel ja nõrga hingamise puhul teha kunstlikku hingamist.</p>
<p>Ammoniaak, nuuskpiiritus Pisarate vool, lämbumistunne, kõha. Pööritus. Valud maos. Oksendamine.</p>	<p>Silma sattumisel loputada oht-rasti puhta veega. Sisse anda 1%-list viinakivi-, sidrunihappe- või äädikhappelahust. Kunstlik hingamine.</p>
<p>Arseen Põletav valu kurgus ja maos. Iiveldus. Oksendamine. Kõhulahtisus (väljaheited riisileemetaolised). Krambid jäsemetes. Nõrk pulss.</p>	<p>Sisse anda suurel hulgal piima, õli, võid, rasva. Erilist arseeni vastumürki nn. <i>antidotum arsenici</i>, ka põletatud magneesiumi.</p>
<p>Bensiin Oksendamine, kõhulahtisus. Hingeldamine. Tugev südamekloppimine. Kuivustunne kurgus.</p>	<p>Tekitada oksendamist. Hoolitse da värske õhu eest. Anda juua kuuma piima ja palderjanitilku. Pähe külm kompress. Hingamishäirete puhul teha kunstlikku hingamist.</p>
<p>Elavhõbe, sublimaat. Metalli maitse suus. Põletus-tunne, valu, süljevool. Tugev oksendamine.</p>	<p>Suu kaudu mürgituse korral sisse anda vastumürki <i>antidotum metallorum</i>. Selle puudumisel sisse anda piima, valguvett, tumme ja suurel hulgal vedelikku. Vajalik kiire arstiabi.</p>
<p>Formaliin Valud suus ja neelus. Südametegevuse nõrgenemine. Silmavalged punased. Oksendamine.</p>	<p>Tekitada oksendamist. Anda too-reid kanamune ja piima. Nahal-olevaid formaliinivigastusi pesta lahja ammoniaagilahusega.</p>
<p>Fosfor Valud kõhus. Oksemassid he-lendavad pimeduses.</p>	<p>Mitte anda piima ega õli. Sisse anda 1%-list vasksulfaadi lahust teelusikatäis iga viie minuti järel kuni oksendamiseni.</p>

Happed

(Väävel-, sool-, lämmastik-, karbolhape jt.). Põletushaavad suus, huultel jne. Valud maos. Veresegune okse.

Kloor

Bronhiaalastma hood. Tugev lämbumistunne.

Leelised

(Ammoniaak, kaalium- ja naatriumhüdrosüüd). Suus ja neelus haavad ning valu. Veresegune okse.

Lubi

Limanaha ärritumine, söövitumine. Silmade söövitumine.

Lämmastikdioksüüd

Valud rinnus ja tugev hingeldamine, mis ilmuvad alles mitu tundi pärast mürgitust. Suuremate annuste sissehingamisel võib järgneda surm.

Vingugaas ja süsinikdioksüüd

Peavalu. Oksendamine. Peapööritus. Kohin kõrvades. Raskemal juhtumel teadvuse kadumine. Halvatus.

Vääveldioksüüd

Ärritus hingamisteedes. Köha verise röga. Kiire pulss.

Anda juua rohkesti piima, vett või leelivett (supilusikatäis põletatud magneesiumi klaasi vee kohta). Soodat mitte sisse võtta, samuti ei tohi esile kutsuda oksendamist. Välispidistele haavadele panna peale soodat. Sisse anda tärgliskliistrit või provanksöli.

Viivitamatu arstiabi. Ohustada ruumi. Mitte sügavalt hingata. Soojendamine. Sisse hingata nuuskiirituse lisandiga vee sooja auru. Juua kuuma kohvi, teed või piima. Kunstlikku hingamist ei tohi teha.

Anda happelisi jooke (lahja äädikhape, sidrunimahl, hapupiim). Nende puudumisel anda vett või rõõska piima. Oksendamist mitte tekitada. Maoseinte kaitseks anda tärgliskliistrit, provanksöli.

Silma sattunud lubi pestakse silmast suhkruveega. Sisse anda 1%-list äädikhappe- või sidrunihappelahust, piima ja munavalget.

Värske õhk. Ammoniaagiauru sissehingamine. Pöörduda tingimata arsti poole.

Palju värsket õhku. Hingata hapnikku. Teha kunstlikku hingamist. Jäsemeid soojendada. Nuusutada nuuskiiritust või eetrit. Juua kuuma oakohvi või kanget teed.

Värske õhk. Kunstlik hingamine. Sisse anda 2%-list söögisooda lahust supilusikatäis korraka.

Mürgi nimetus ja mürgituse sümptoomid	Esmaabi ja vastumürk
Väävelvesinik Kange mürk. Krambid. Minestus. Oksendamise. Sage pulss. Hingamisteede põletik. Suurematel annustel silmapilkne surm.	Pea valada üle külma veega. Sinepiplaastrid sääremarjadele. Kutsuda kiiresti arst.

ainult 10—20%-lise kontsentratsiooniga happeid. Samuti on keelatud kasutada ka kontsentreeritud leelisi.

Keskoolides ja tehnikaringides võivad õpilased kontsentreeritud happeid kasutada ainult õpetajate järelvalvel ja vastutusel.

Mürgised ained peavad seisma eraldi, lukustatud kappides, kuhu kõrvalistel isikutel ei ole juurdepääsu.

Kontsentreeritud happeid säilitatakse teistest kemikaalidest eraldi.

11. LAHUSTE VALMISTAMINE JA MÖNEDE REAKTIIVIDE LABORATOORSEID SAAMISVIISE

a. Lahustest

Lahuste valmistamiseks on vaja teada lahustatava aine hulka teatud hulgas vedelikus. Seda nn. kontsentratsiooni väljendatakse:

1. Kaaluliste kogustena, näiteks: vasksulfaati 200 g/l, väävelhapet 30 g/l.
2. Protsentvahekorras, näiteks: 20% ammoniumkloriidi, 80% vett.
3. Suhtena, näiteks: lahuses võetakse vett ja hapet vahekorras 10:1.
4. Osadena, näiteks: 7 osa rauapuru ja 4 osa väävlit.

Kõigil juhtudel on tegemist ikkagi kaaluosadega.

Vesilahuste valmistamisel kasutatakse keemias harilikult destilleeritud vett. Selle kasutamist ei nõuta alati galvanotehniliste elektrolüütide valmistamisel. Et soolad kiiremini lahustuksid, kasutatakse +40—50°-ni soojendatud vett. Lahuste valmistamiseks sobivad klaasist, portselanist ja emaileeritud anumad. Klaasist, eriti paksemast klaasist anumad ei ole kohased kristalsete leeliste lahustamiseks.

Leeliste lahustamisel tekib palju soojust, mille tagajärjel anumad võivad puruneda.

Segamiseks kasutatakse klaaspulka või klaastoru. Leeliste lahuseid võib segada ka teraspulgaga. Sogane lahus filtreeritakse.

Kontsentreeritud hapete kangus ja erikaal on järgmine:

väävelhape, kontsentr. (%)	98,5,	erikaal	1,84,
soolhape, „	„	„	1,19,
lämmastikhape, „	„	65,3,	„
			1,4.

Kõige sagedamini kasutatakse lahjendatud väävelhapet, seetõttu tuleb tihti kokku puutada väävelhappe lahjendamisega. Peame veelkord meele, et lahjendamisel veega kallatakse hape alati vette, aga mitte vastupidi.

Teades lahuse erikaalu, võib arvutamata leida, kui palju sisaldab teatud vesilahus hapet või leelist. Erikaalud ja kontsentratsioonid on toodud alljärgnevas tabelites.

Tabel 4

Kaaliumhüdroksüüdi lahuste erikaalud 15° C juures

Erikaal	KOH sisaldus g		Erikaal	KOH sisaldus g	
	100 g lahuses	100 ml lahuses		100 g lahuses	100 ml lahuses
1,01	1,0	1,0	1,30	30,0	38,8
1,04	5,0	5,2	1,34	35,0	46,8
1,20	10,0	10,9	1,40	40,0	55,9
1,14	15,0	17,1	1,45	45,0	65,5
1,19	20,0	23,8	1,51	50,0	75,5
1,24	25,0	30,9			

Tabel 5

Naatriumhüdroksüüdi lahuste erikaalud 15° C juures

Erikaal	NaOH sisaldus g		Erikaal	NaOH sisaldus g	
	100 g lahuses	100 ml lahuses		100 g lahuses	100 ml lahuses
1,01	1,0	1,0	1,33	30	39,9
1,06	5,0	5,2	1,38	35	48,3
1,11	10,0	11,1	1,43	40	57,4
1,20	15,0	16,75	1,50	45	66,7
1,22	20	24,4	1,52	50	76,4
1,28	25	31,9			

Tabel 6

Lämmastikhappe lahuste erikaalud 15° C juures

Erikaalud	HNO ₃ sisaldus g		Erikaalud	HNO ₃ sisaldus g	
	100 g lahuses	100 ml lahuses		100 g lahuses	100 ml lahuses
1,0	0,10	0,1	1,30	47,49	61,7
1,05	8,99	9,4	1,35	55,79	75,3
1,10	17,11	18,8	1,40	65,30	91,4
1,20	32,36	38,8	1,50	94,09	141,1
1,25	39,82	49,8	1,52	99,67	151,5

Tabel 7

Väävelhappe lahuste erikaalud 15° C juures

Erikaalud	H ₂ SO ₄ sisaldus g		Erikaalud	H ₂ SO ₄ sisaldus g	
	100 g lahuses	100 ml lahuses		100 g lahuses	100 ml lahuses
1,00	0,09	0,10	1,45	55,03	79,8
1,05	7,37	7,70	1,50	59,70	89,6
1,10	14,35	15,80	1,55	64,26	99,6
1,15	20,91	23,90	1,60	68,70	109,9
1,20	22,30	32,80	1,65	72,92	120,4
1,25	33,34	41,80	1,70	77,17	131,2
1,30	39,19	51,00	1,75	81,56	142,7
1,35	44,82	60,50	1,80	86,92	156,4
1,40	50,11	70,20	1,85	99,12	182,3

Tabel 8

Soolhappe lahuste erikaalud 15° C juures

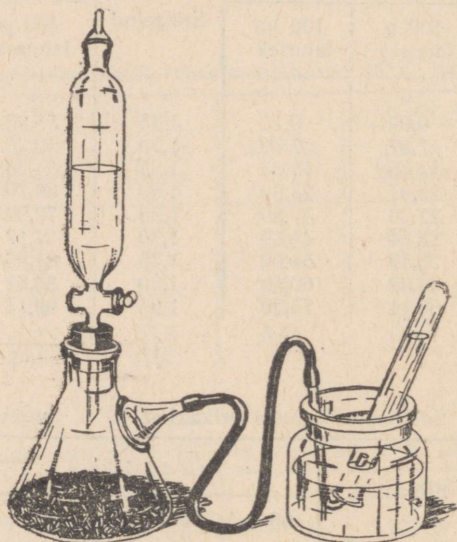
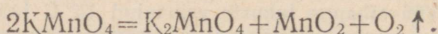
Erikaalud	HCl sisaldus g	
	100 g lahuses	100 ml lahuses
1,00	0,16	0,16
1,05	10,70	10,70
1,10	20,01	22,00
1,15	29,57	34,00
1,16	31,52	36,60
1,18	35,39	41,80
1,20	39,11	46,90

b. Reaktiivide valmistamisviise

Boorhapest — H_3BO_3 — võib valmistada booraksist. Selleks võetakse 1 osa booraksit ja lahustatakse keetes 4—5 osas vees. Keevale segule lisatakse suure ettevaatlikkusega 1 osa lahjendatud (1:1) väävelhapet. Jahtumisel eralduvad boorhappe kristallid. Jahtunud segu kallatakse filtrile ja pestakse mitu korda külma veega. Saagis kuivatatakse samal filtril. Lahusesse jääb glaubrisool — Na_2SO_4 , mis eraldatakse lahusest aurutamiseega.

Hapniku O_2 saamiseks laboratoorsel teel kasutatakse enamasti järgmisi viise:

1. Kaaliumpermanganaadi mõõdukal kuumutamisel laguneb viimane järgmiselt:

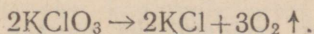


Joon. 36. Seade hapniku saamiseks.

2. Kaaliumpermanganaat asetatakse vulfi pudelisse. Pudel suletakse korgiga, millest on läbi viidud tilklehter (joon. 36). Tilklehtrisse kallatakse lahjendatud väävelhape 1:1, millele lisatakse veel 1,5 osa 3%-list vesinikülihapendit. Kraani avamisel tilgub lahus kaaliumpermanganaadile

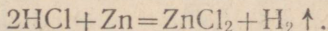
ning kolvist väljub külgtoru kaudu kohe energiliselt hapnik.

3. Bertolee soola kasutatakse samuti õige tihti hapniku saamiseks



Et reaktsioon toimuks madalama temperatuuri juures, lisatakse bertolee soolale vähesel hulgal mangaandioksiüdi MnO_2 . Tavaliselt toimub reaktsioon õige tormiliselt. Selle vältimiseks lisatakse segule orgaanilistest ainetest vaba liiva. Orgaaniliste ainete juuresolekul segu plahvatab. Ettevaatuse mõttes on vajalik piirata kuumutatav nõu traadist kaitsevõrguga (joon. 33, *d*). Ühtlase gaasivoolu saamiseks lisatakse bertolee soolale sageli ka keedusoola.

Vesiniku H_2 saamiseks valatakse tsingitükkidele soolhapet. Tsink tõrjub happest vesiniku välja ja lahusesse jääb tsinkkloriid

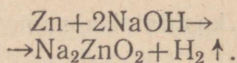


Eralduv vesinik sisaldab tublisti kloorvesinikku ja veeauru. Kloorvesiniku kõrvaldamiseks juhitakse gaas läbi külma vee. Veeaur püütakse aga kinni hügrokoopsete ainetega, millest kasutatakse kaltsiumkloriidi, kontsentreeritud väävelhapet, kustutatud lupja vms. Vesiniku saamiseks on kõige kohasem kipi aparaat (joon. 37, *a*). Samal põhimõttel töötavat seadet võib edukalt valmistada pudelist, katseklaasist ja paarist klaastorust (joon. 37, *b*). Katseklaasi põhjas on auguke, millest pudelis olev soolhape pääseb tsingitükkide juurde. Kui soovitakse gaasi eraldumist lõpetada, siis avatakse toru 1 ja suletakse toru 2. Katseklaasis tekkiv gaasisurve tõrjub sellest soolhappe välja ja reaktsioon lakkab. Anumas tekkivat tsinkkloriidi lahust võib kasutada tinaga jootmisel.

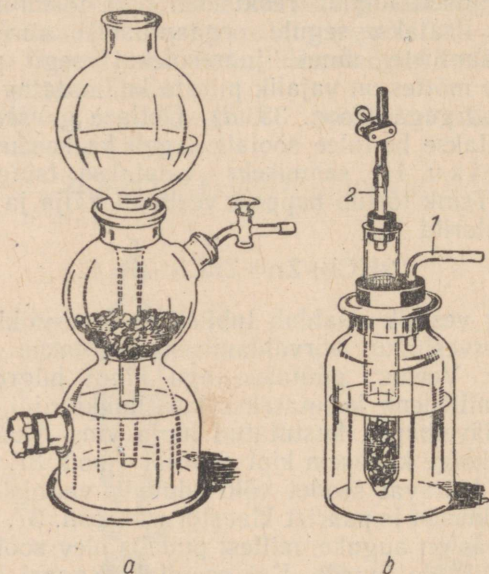
Tsingi asemel võib kasutada ka alumiiniumi tükikesi. Vesiniku saamiseks kasutatavad metalli tükid ei tohi olla liiga väikesed. Liiga väikeste metallitükkide kasutamisel toimub reaktsioon ülearu tormiliselt ja kogu pudeli sisu kipub vahutades välja voolama.

Hoopis puhtam vesinik saadakse tsingi või alumiiniumi reageerimisel kuuma kange naatriumhüdrosüüdi (seebikivi) lahusega. Naatriumhüdrosüüdi asemel võib kasutada ka mõnda teist leelist, näiteks kaaliumhüdrosüüdi või kanget kustutatud lubja lahust. Leeliste abil

saadud vesinik vajab ainult kuivatamist. Reaktsioon kulgeb järgmiselt:



Hõbeda Ag eraldamiseks vanast fotokinnitist, mis võib sisaldada kuni 25 g hõbedat 1 liitri lahuse kohta, samuti ka teistest hõbedasoolade lahustest, kasutatakse

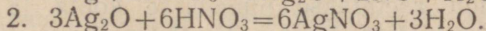
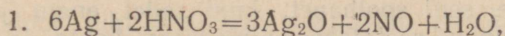


Joon. 37. Vesiniku saamine: *a* — kipi aparaat; *b* — kipi aparaadi põhimõttei ehitatud seade.

tihti tsingijäätmeid. Korralikult filtreeritud hõbedasoola lahusesse pannakse tsinkplekk ja lastakse paar päeva seista. Tsink, kui aktiivsem metall, tõrjub hõbeda lahusest välja ning läheb ise lahusesse. Hõbe sadestub tsingitükkidele musta pulbrina, mis kergesti langeb vanni põhja. Nüüd kallatakse vedelik tekkinud settelt, eemaldatakse tsink ja pestakse setet puhta sooja veega kuni viis korda. Iga kord kallatakse settelt vesi ära ja asendatakse uuega. Viimane kord loksutatakse segu hästi läbi ja kallatakse kiiresti filtrile. Filtrile jäänud must pulbriline hõbe kuiva-

tatakse ja säilitatakse pudelis. Sadestamiseks kasutatakse ka alumiiniumi, rauda või elavhõbedat.

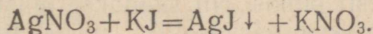
Hõbeesemeist saadakse pulbrilist hõbedat järgmisel viisil: hõbeesemed lahustatakse kontsentreeritud kloorivabas lämmastikhappes, kaaluvahekorras 1:1. Reaktsioon toimub kahes staadiumis:



Sageli tekib sinine lahus, sest hõbedasulamid sisaldavad ka vaske. Lahust lahjendatakse kolmekordse hulga destilleeritud veega ja filtreeritakse. Filtraati asetatakse vaskplekk. Vask kui aktiivsem metall tõrjub lahusest hõbeda välja. See sadestub vasele ja langeb lõpuks halli pulbrina anuma põhjale. Reaktsioon toimub energiliselt. Lühikese ajaga on kogu hõbe lahusest välja tõrjutud. Nüüd eemaldatakse lahusest reageerimata jäänud vaskpleki jäätmel. Sadet pestakse 4 kuni 5 korda. Koos viimase pesuveega kallatakse sadestunud pulbriline hõbe filtrile ja kuivatatakse.

Tähelepanu! Metallide reageerimisellämmastikhappes tekib alati suurel hulgal pruune või punaseid lämmastiku oksüüde. Need on väga mürgised. Seepärast tohib eelpooltoodud reaktsioone teostada ainult tõmbekapis, vabas õhus või avatud siibriga ahjuesisel. Esmaabivahendid mürgituse puhul on toodud tabelis 3.

Hõbejodiid AgJ tekib lihtsa asendusreaktsiooni tulemusena. Selleks võetakse võrdsel hulgal hõbenitraati ja kaaliumjodiidi ning valmistatakse destilleeritud veega kummastki eraldi 10%-lised lahused. Saadud lahused kallatakse kokku. Kohe langeb hõbejodiid kollase sademena välja.



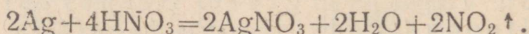
Peale kogunenud kaaliumsalpeetri lahus kallatakse ära. Sellest võib vesivannil keetmisega kritalliseerida KNO_3 . Sadet pestakse mitu korda puhta veega. Valmistamisprotsess peab toimuma punase valguse juures, sest hõbejodiid on valgustundlik. Saadud kemikaal säilitatakse tumedas nõus.

Hõbekloriidi AgCl valmistamisel võib lähtematerjalina kasutada hõbeesemeid või pulbrilist hõbedat.

Kõigepealt valmistatakse hõbenitraat — AgNO_3 , mille lahusele lisatakse 10-kordne hulk destilleeritud vett ja filtreeritakse. Edaspidi jätkatakse tööd valguse eest varjatud kohas, sest tekkiv hõbekloriid on väga valgustundlik. Filtraadile lisatakse puhast soolhapet, mille tulemusena tekib kohe piimjas sade, mis kiiresti settib. Lahust keedetakse ja lisatakse seni soolhapet, kuni sadet enam juurde ei feki. Keedunõu asetatakse pimedasse kohta ja lastakse lahus täielikult settida. Selle peale tõusnud vesi kallatakse ära. Nüüd lisatakse vett ja keedetakse lahust uuesti ning asetatakse lõppeks jällegi settima. Uuesti eemaldatakse peale kogunenud vesi. Nii toimitakse 5 kuni 6 korda. Saadud hõbekloriidi säilitatakse tumedas (must, pruun, punane) pudelis vee all. Valguse käes muutub hõbekloriid tumedaks, kuivalt seistes aga raskesti lahustuvaks.

Hõbekloriidi saadakse lihtsamal viisil otse hõbenitraadist, mille vesilahusega toimitakse samuti nagu kirjeldati eelmises lõigus. Soolhappe asemel võib kasutada ka keedu-soola lahust, ammoniumkloriidi jt. kloriidide lahuseid.

Hõbenitraadi AgNO_3 valmistamiseks kasutatakse puhast hõbedat. Selleks asetatakse hõbe soolhappevabasse lämmastikhappesse, kusjuures hõbedat võetakse vähe rohkem, kui on arvatav võrrandist

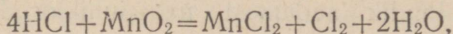


Reaktsioon teostatakse tõmbekapis või ahjus, sest tekib mürgine NO_2 . Tekkinud hõbenitraadi lahus aurutatakse veevannil. Jääk kuivatatakse ca 100° juures. Kuiv segu sulatatakse ettevaatlikult ja valatakse vormi.

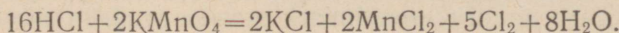
Kaaliumjoodi KJ valmistamiseks võetakse 3 osa kaaliumhüdrosüüdi, 7 osa joodi ja 17 osa vett. Jood lisatakse vees lahustatud leelisele väikestes annustes. Reaktsiooni teostamisel on eriti nõutav, et kaaliumhüdrosüüd oleks täiesti puhas. Nii saadakse mustjaspruun vedelik, mis muudetakse värvusetuks mõne tilga KOH lisamisega. Järgnevalt aurustatakse lahus puhta söepulbri juurdeliselisel kuivaks. Saagist kuumutatakse raudtiiglis sulamiseni. Seejärel jahutatakse ja lahustatakse uuesti vees ning filtreeritakse. Filtraati aurutatakse kristallumiseni.

Kloori Cl_2 saamist elektrolüüsi teel kirjeldatakse punktis 16. Sagedamini kasutatakse selle valmistamiseks laboratooriumis järgnevat meetodit. Mangaandioksüüdile

või kaaliumpermanganaadile lisatakse soolhapet. Esimesel juhul toimub reaktsioon ühe kloorimolekuli eraldumisega

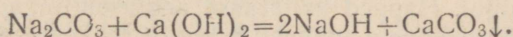


teisel juhul toimub reaktsioon palju energilisemalt



Eraldud kloor juhitakse läbi veepudeli, kus ta vabaneb kloorvesinikust. Seejärel kuivatatakse gaas kontsentreeritud väävelhappet läbijuhtimisega. Kloori valmistamisel kasutatakse hapniku saamise seadet (joon. 36).

Naatriumhüdrosüüdi NaOH saamist elektrolüüsi teel kirjeldatakse p. 55. Keemiliselt saadakse naatriumhüdrosüüdi järgmiselt: 5 osa veevaba soodat segatakse 60 osa dest. veega. Saadud lahus kuumutatakse keemiseni. Seejärel lahustatakse vees 4 osa kustutatud lupja ja kallatakse lubjalahus keevasse soodalahusesse. Reaktsioon toimub järgmiselt:



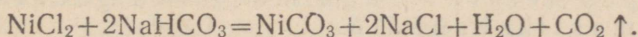
Vees lahustumatu kaltsiumkarbonaat langeb kohe anuma põhja, kuna naatriumhüdrosüüd jääb lahusesse. Lahusest võetakse katseklaasi proov. Proovile lisatakse veidi soolhapet. Kui proov hakkab kihisema, siis peab lahusele veel pisut lubjavett lisama. Seejärel filtreeritakse sade ning anumasse nõrgunud naatriumhüdrosüüdi lahus aurutatakse liivavannil kuivaks. Järgnevalt kuumutatakse tekkinud naatriumhüdrosüüd kuni sulamiseni ja kallatakse raudanumasse kristalliseeruma.

Analoogiliselt naatriumhüdrosüüdiga saab valmistada ka teist keemias paljukasutatavat kanget leelist — kaaliumhüdrosüüdi, kusjuures lähteaineks on kaaliumkarbonaat.

Nikkel-2-kloriid NiCl_2 saadakse toruahjus niklipurust kloorgaasi läbijuhtimise teel.

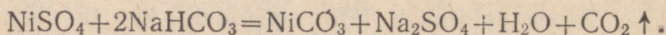
Nikkel-2-kloriidi saadakse ka elektrolüüsil, kusjuures elektrolüüdina kasutatakse ammoniumkloriidi lahust ja elektrodidena niklit.

Nikkelkarbonaadi $\text{NiCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ saamiseks kasutatakse nikkelkloriidi ja naatriumbikarbonaati. Kui keevale nikkelkloriidi lahusele lisada naatriumbikarbonaati, tekib asendusreaktsioon



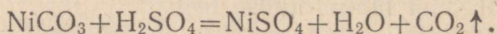
Nikkelkarbonaat sadestub põhja ja naatriumkloriid jääb lahusesse. Mitmekordse pesemise ja lõpuks filtreerimise teel on võimalik sademest naatriumkloriidi täielikult eemaldada.

Nikkelkarbonaati saadakse ka nikkelsulfaadi ja naatriumbikarbonaadi reageerimisel



Reaktsiooni kiirendamiseks kuumutatakse lahuseid. Reaktsiooni lõppedes kallatakse lahus filtrile. Filtrile jääb nikkelkarbonaat, kuna naatriumsulfaadi lahus nõrgub anumasse. Nikkelkarbonaati pestakse veel mitu korda keeva veega ning lõpuks lastakse aeglaselt kuivada. Naatriumsulfaat kogutakse aga lahuse aurutamise teel.

Nikkelsulfaadi NiSO_4 saamiseks kasutatakse peenestatud niklit. Nikkel lahustatakse väävelhappe ja lämmastikhappe segus, kusjuures kumbagi võetakse mahult võrdsel hulgal. Happed kallatakse aeglaselt segades vette, mida võetakse hapete mahust 8 korda rohkem. Järgnevalt lisatakse anumasse niipalju niklit, et pärast reaktsiooni lõppemist seda veel anumasse järgi jääks. Lahuses tekivad nüüd nii lämmastik- kui ka väävelhappe ühendid: nikkelnitraat ja nikkelsulfaat. Lahus filtreeritakse. Filtreeritud lahust soojendatakse ja lisatakse soodat — naatriumkarbonaati. Selle tulemusena tekib nikkelkarbonaadi sade. Sademele tõusnud vedelikust võetakse proov. Proovile lisatakse soodat, et näha, kas selle lisamisel veel uut sadet tekib. Kui sadet enam ei teki, siis on kõik vannis olev nikkel karbonaadiks muudetud ja reaktsioon on lõppenud. Järgneb karbonaadi pesemine. Kõigepealt kallatakse ära vedelik ning asendatakse see puhta veega. Nii toimitakse 5—6 korda. Pestud nikkelkarbonaadile lisatakse uuesti väävelhapet



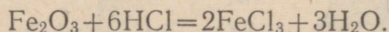
Võttes nikkelkarbonaati liiaga, saadakse lõpuks neutraalne, umbes 25%-ne nikkelsulfaadi lahus, mis on kiirnikeldamisvannis ilma lahjendamata kasutatav. Kristalse nikkelsulfaadi saamiseks aurutatakse vesi välja.

Tähelepanu! Nikli lahustamisel lämmastikhappes tekivad väga mürgised gaasid — lämmastikoksüüdid.

Nikkelsulfaati võidakse saada ka elektrolüüsil. Sel juhul ei esine mingisugust mürgitusohtu.

Raudkloriid FeCl_3 saadakse kloorgaasi juhtimisel üle rauaviilmete, kusjuures operatsioon viiakse läbi teras-torus. Reaktsioon raua ja kloori vahel võib kulgeda ainult vähese niiskuse olemasolekul. Veevabalt on FeCl_3 tume-punane.

Raudkloriidi FeCl_3 saamine raudoksüüdi Fe_2O_3 (rauamennik) ja soolhappe abil on veelgi kättesaadavam, eriti laboratooriumi tingimustes. Reaktsioon kulgeb järgmiselt



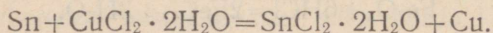
Raud-2-sulfaadi FeSO_4 valmistamisel lähtutakse raudoksüüdist FeO (must värvus). Lisades lahjendatud väävelhappele pisut rohkem rauaoksüüdi, toimub reaktsioon, mille tulemusena saadaksegi raudsulfaadi lahus, mida kasutatakse galvanotehnikas.

Strontsiumkarbonaadi SrCO_3 valmistamisel kasutatakse strontsiumnitraati ja ammooniumkarbonaati. Kuna strontsiumkarbonaati kasutatakse helendavate värvide valmistamiseks, siis tuleb reaktsioon läbi viia väga puhtalt. Eriti peab hoidma kasutatavaid sooli kokkupuute eest metallesemetega. Strontsiumnitraat lahustatakse soojas destilleeritud vees ja filtreeritakse. Lahusele lisatakse kuuma väävelvesiniku vett ja samast lahusest juhitakse läbi ka gaasilist väävelvesinikku. Lahuses tekib sade, mis värvib kogu vedeliku pruuniks. Selle värvuse tingivad väävelvesiniku väävli ionide poolt seotud metallsulfiidid. Nii tõuseb strontsiumnitraadi puhtus. Järgneb filtreerimine ja sadestamine ammooniumhüdrosüüdiga. Selleks lisatakse filtraadile 25%-list ammooniumhüdrosüüdi nii palju, et lahus selle järgi veidi lõhneb. Keedetakse ja filtreeritakse uuesti. Seejärel lisatakse filtraadile ammooniumkarbonaati sellisel hulgal, et filtraat enam ei kihise, lastakse lahus settida ja kallatakse peale kogunenud vedelik — ammooniunitraadi lahu ära. Sademele lisatakse puhast destilleeritud vett, loksutatakse hästi läbi ja lastakse uuesti settida. Peale kogunenud vesi kallatakse jällegi ära ning lisatakse uut, puhast vett. Selliselt pestakse strontsiumkarbonaati kuni viis korda. Viimasel korral kallatakse kogu lahus filtrile ning kuivatatakse tolmuvabas kohas samal filterpaberil.

Tähelepanu! Väävelvesinik H_2S on väga mürgine gaas. Tuleb hoiduda selle sissehingamisest. Reaktsioon peab toimuma nii, et gaas ei pääseks ruumidesse (esmaabi vt. tab. 3).

Pulbrilise tina saamiseks sulatatakse tina ja kallatakse portselanuhmrisse, seda kiiresti uhmrinuiaga hõõrudes. Teataval temperatuuril on tina õige rabe ja pulbristub kergesti.

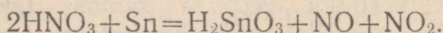
Tinakloriid $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ saadakse kergesti tinapulbri ja vaskkloriidi reageerimisel:



Selleks võetakse umbes 20%-line vaskkloriidi lahu ja lisatakse sellesse nii palju pulbrilist tina või tinatükikesi, kuni vask täielikult on lahusest välja tõrjutud. Lahus filtreeritakse ning vajaduse korral ka aurutatakse.

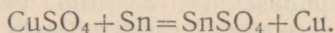
Tina-4-kloriid $SnCl_4 \cdot 5H_2O$ saadakse valgepleki jäätmetel oleva tinakorra töötlemisel kuiva klooriga teras-silindris (vt. mudel p. 58).

Tinahappe H_2SnO_3 valmistamiseks võetakse lahjendatud lämmastikhapet 1:1 ja metallilist tina kaaluvahekorras 2:1. Reaktsioonianumana kasutatakse õhukesest klaasist kolbi. Reaktsioon toimub väga energiliselt suure hulga soojuse eraldumisega:



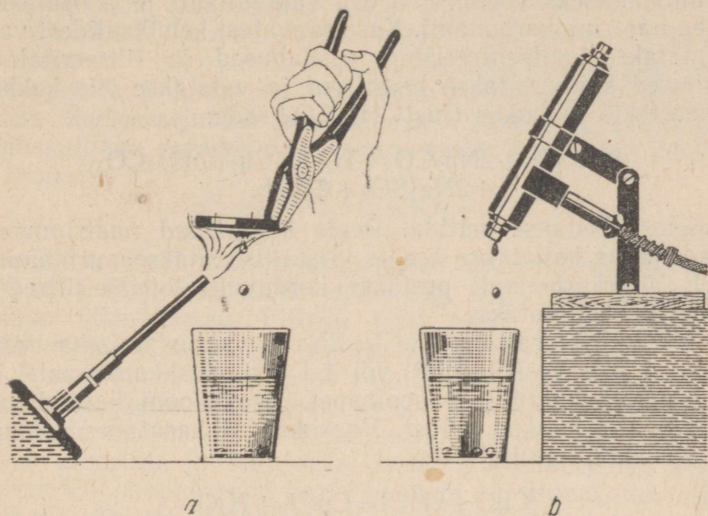
Kolvi põhja koguneb kiiresti valge sade — tinahape. Kolvist aga eralduvad punakaspruunid gaasid — lämmastik-oksüüdid. Kuna viimased on väga mürgised, viiakse töö läbi tõmbekapis (esmaabi vt. tab. 3). On reaktsioon lõppenud, pestakse hapet mitu korda puhta veega.

Tinasulfaadi $SnSO_4$ valmistamiseks kasutatakse samuti nagu tinakloriidigi valmistamisel asendusreaktsiooni vasesoolaga — vasksulfaadiga. Valmistatakse 25%-line vasksulfaadi lahus, soojendatakse 70—80°-ni ja lisatakse pulbrilist tina:



Reaktsioonil tõrjutakse vask lahusest välja. See langeb punase vasesulbrina nõu põhja, kuna tina läheb lahusesse, mille tulemusena tekib tinasulfaat. Lahust peab hoolikalt segama kuni sinine värvus on täielikult kadunud. Järgne-

valt filtreeritakse lahus. Filtrile jäänud vasepuru pestakse korduvalt puhta veega. Saadud metallipulbrit vajatakse mitmesugusteks katseteks. Valminud tinasulfaadi lahust kasutatakse kohe, sest seistes hakkab tina välja langema.



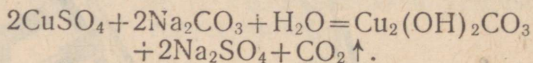
Joon. 38. Tsinkhaavlite valmistamine: *a* — põleti leegil; *b* — silinderahju abil.

Ts i n k h a a v l i t e valmistamiseks kasutatakse mitmesuguseid tsingijäätmeid. Tsingijäätmed pannakse väikesesse metallkarpi (konservikarp, saapakreemikarbi pool), mille põhja on löödud 2,5—3 mm läbimõõduga auk. Karpi hoitakse tangidega. Tsingi sulatamiseks kasutatakse leeklampi vms., mille leek suunatakse karbile. Sulav tsink langeb tilkhaaval karbi alla paigutatud veega täidetud nõusse (joon. 38, *a*). Tsingitilga langemise kõrgusest oleneb haavli kuju. Kui silinderahju (joon. 38, *b*) üks ots sulgeda savi-korgiga, millesse on torgatud vajaliku läbimõõduga auk, saadakse eeskujulik seade tsinkhaavlite valmistamiseks.

Pulbrilise vase valmistamiseks võetakse 20%-line vasksulfaadi lahus, millele lisatakse pisut puhast soolhapet. Saadud lahusest sadestatakse vask alumiiniumi või tsingi abil välja. Seejärel kallatakse peale kogunenud vedelik ära ja asendatakse uue, puhta soolhappega hapustatud veega, loksutatakse hästi läbi ja lastakse uuesti set-

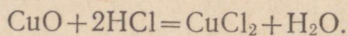
tida. Järgnevalt pestakse veel kord puhta veega. Seejärel kallatakse lahus filtrile, milleks võib olla flanellriie. Eemaldatakse tsingitükid ja asetatakse vasepulber kuivama.

Aluselise vaskkarbonaadi $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ valmistamiseks võetakse 5 osa vasksulfaati ja 2 osa veevaba naatriumkarbonaati. Kasutatavatest kemikaalidest valmistatakse kontsentreeritud vesilahused ja filtreeritakse. Lahused kuumutatakse keemiseni ja valatakse siis kokku. Kohe tekib mahukas $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ sade:



Sademel lastakse settida. Peale kogunenud naatriumsulfaadi lahus kallatakse ära ja kristalliseeritakse aurutamise teel. Vaskkarbonaati pestakse korduvalt, lõpuks filtreeritakse ja kuivatatakse.

Vaskkloriidi $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ valmistamiseks võetakse 1 osa vaskoksüüdi või 1,4 osa vaskkarbonaati ja 4 osa 25%-list puhast soolhapet. Reaktsiooni kiirendamiseks soojendatakse lahust. Vaskoksüüdi kasutades toimub reaktsioon järgmiselt:



Vee aurutamisel saadakse rohelised vaskkloriidi kristallid.

Vasknitraadi $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ valmistamiseks kasutatakse vaselaaste, pulbrilist vaske või vaskoksüüdi. Üks nimetatud ainetest pannakse kolbi ja sellele kallatakse peale lahjendatud lämmastikhapet, kaaluvahekorras 1:1. Kasutades metallilist vaske, toimub reaktsioon kahes järgus:

1. $3\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{CuO} + 2\text{NO} + \text{H}_2\text{O}$,
2. $3\text{CuO} + 6\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

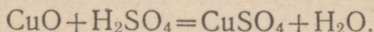
Metallilist vaske või ka vaskoksüüdi võetakse liiaga. Algul soojendatakse reaktsioonianumat. Tekkinud vasknitraadi lahus kallatakse filtrile. Filtraat aurutatakse kuni $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ kristalliseerumiseni. Aurutamiseks kasutatakse tihti vaskanumat.

Tähelepanu! Reaktsiooni puhul tekib mürgine NO , seepärast tuleb reaktsioon läbi viia tõmbekapis (esmaabivahendid vt. tab. 3).

Vaskoksüüdi CuO saamiseks asetatakse pulbriline vask plekile hunnikusse ja kuumutatakse põleti leegiga

reaktsiooni alguseni s. o. momendini, mil kuumutamiskohas tekib hõõgumine. Edaspidi kulgeb reaktsioon tekkiva soojuse mõjul iseseisvalt — kogu hunnikus olev pulbriline vask hakkab järkjärgult hõõguma — õhuhapnik ühineb vasega, tekib vaskoksüüd.

Vasksulfaadi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ saamiseks võetakse 4 kaaluosa vaskoksüüdi, 5 kaaluosa kontsentreeritud väävelhapet ja 5 kaaluosa dest. vett. Valmistamisel kasutatakse õhukeseseinalist keeduklaasi. Väävelhape kallatakse klaaspulgaga segades peene joana vette. Reaktsioon kulgeb järgmiselt:



Keeduklaasi põhja tekib valge sade. Sellele lisatakse veel 200 ml vett ja keedetakse mõni aeg, kogu aeg liigutades. Lahus filtreeritakse. Filtrile jääv valge pulber muutub pikkamööda siniseks kristalliliseks $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ks.

Raudsulfiid FeS on vajalik väävelvesiniku (gaasi) saamiseks. Selle valmistamiseks võetakse 7 kaaluosa terasepuru (rauaviilmeid) ja 4 kaaluosa väävlit. Ained asetatakse uhmrise ja segatakse hoolikalt läbi. Saadud segu kallatakse saapakreemi karbi kaanele või klaaskolbi, mille võib valmistada läbipõlenud hõõglambist. Nõud kuumutatakse põleti leegil kuni segu hõõgumise alguseni. Hiljem kulgeb reaktsioon iseenesest. Katse sooritatakse tõmbekapis või vabas õhus, sest katse puhul eraldub suurel hulgal mürgist vääveldioksüüdi (esmaabi vt. tab. 3). Hõõglambi kolvi kasutamine on seepärast soovitatav, et kolb tavaliselt puruneb.

Väävelvesinik H_2S on gaas. Ta tekib siis, kui raudsulfiidile kallata soolhapet. Väävelvesinik on vajalik paljude katsete ja tööde sooritamiseks. Samuti on vajalik väävelvesinikvesi. Viimane saadakse väävelvesiniku lahustamisel külmas destilleeritud vees. Väävelvesinikvee pudel olgu alati tihedalt korgitud, kuna väävelvesinik pikkamisi lahusest aurub.

Tähelepanu! Väävelvesinik on väga mürgine gaas. Selllega tohib katseid sooritada ainult tõmbekapis või vabas õhus (esmaabi vt. tab. 3).

Alljärgnevalt on toodud näitülesanne kemikaalide valmistamisel võetavate lähteainete hulga arvutamisest.

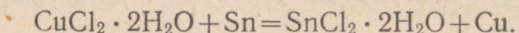
Ülesanne. Valmistada 100 g tinakloriidi $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,

ku^u kasutada on vasksulfaat, kontsentreeritud soolhape ja metalliline tina.

Reaktsiooni teostamisel lähtutakse vaskkloriidist, kuna selle abil toimub reaktsioon kiiresti. Lahendamisel kasutatakse tabeleid nr. 2 ja 9, milledest leitakse vajalikud andmed aatom- ja molekulaalude kohta.

L a h e n d u s:

1. 100 g tinakloriidi valmistamiseks vajatav vaskkloriidi ja metallilise tina kogus leitakse võrrandi abil:



Asendades sümbolid vastavate molekulaaludega, saadakse:

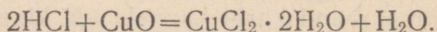
$$171x + 119x = 100 + 64x$$

$$x = 0,44$$

$$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0,44 \cdot 171 \approx 75 \text{ g}$$

$$\text{Sn} = 0,44 \cdot 119 \approx 52,5 \text{ g}.$$

2. Vaskkloriidi valmistamiseks vajatav kontsentreeritud soolhape ja vaskoksüüdi hulk leitakse võrrandi abil:



Asendades sümbolid vastavate molekulaaludega, saadakse:

$$73x + 80x = 172 + 18x$$

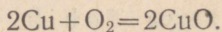
$$x \approx 1$$

$$\text{HCl} = 1 \cdot 73 = 73 \text{ g}$$

$$\text{CuO} = 1 \cdot 80 = 80 \text{ g}.$$

Kuna müügilolev kontsentreeritud soolhape on tavaliselt 35—37%-line, siis tuleks tabelit 8 kasutades leitud HCl koguse asemel võtta ca 170 ml kontsentreeritud soolhapet.

3. Järgnevalt leitakse vaskoksüüdi valmistamiseks vajalik metallilise vase kogus. Et vaskoksüüdi võetaks reaktsiooniks liias, siis arvestatakse 44,8 g asemel 50 g vaskoksüüdi. Vajatav vase hulk leitakse võrrandi abil:



Asendades tähed vastavate molekulaaludega, saadakse:

$$128x + 32x = 100$$

$$x = 0,62$$

$$\text{Cu} = 0,62 \cdot 64 \approx 40 \text{ g}.$$

Galvanotehnikas kasutatavaid kemikaale

Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
1.	Alumiiniumsulfaat		$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	666,43	Al 8,2
2.	Ammooniumbikarbonaat		NH_4HCO_3	79,06	
3.	Ammooniumhüdroksüüd	Nuuskpiiritus	NH_4OH	35,05	
4.	Ammooniumkarbonaat	Põdrasaryesool	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	114,11	
5.	Ammooniumkloriid	Salmiak	NH_4Cl	53,50	
6.	Ammooniumlaktaat	Pimhapu ammoonium	$\text{NH}_4\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$	107,10	
7.	Ammooniumnitraat	Ammooniumsalpeeter	NH_4NO_3	80,05	
8.	Ammooniumpersulfaat		$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	228,21	
9.	Ammooniumsulfaat	Väävelhapu ammoonium	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132,15	
10.	Baariumhüdroksüüd	Baariumleelis	$\text{Ba}(\text{OH}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	315,50	Ba 56,2
11.	Baariumkloriid		$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	244,31	
12.	Boorhape		H_2BO_3	69,64	
13.	Elavhõbe (I)-kloriid	Kalomel	Hg_2Cl_2	472,1	Hg 85
14.	Elavhõbe (II)-kloriid	Sublimaas	HgCl_2	271,52	Hg 73,8
15.	Elavhõbenitraat	Salpeeterhapu elavhõbe	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	333,63	Hg 60,1
16.	Elavhõbeoksüüd		HgO	216,61	Hg 92,6
17.	Elavhõbesulfaat		HgSO_4	296,68	Hg 67,6
18.	Etüülalkohol	Viinapiiritus	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46,07	
19.	Fenool	Karboolhape	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	94,11	
20.	Formaldehüüd	Formaliin (formaldehüüdi 40%-line vesilahus)	CHOH	30,03	
21.	Glütseriin		$\text{CHOH}(\text{CH}_2\text{OH})_2$	92,09	
22.	Hõbebromiid	Broomhõbe	AgBr	187,80	Ag 57,4

Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
23.	Hõbejodiid	Joodhõbe	AgJ	234,80	Ag 46
24.	Hõbekloriid	Kloorhõbe	Ag Cl	143,34	Ag 75,3
25.	Hõbenitraat	Põrgukivi	Ag NO ₃	169,89	Ag 63,6
26.	Hõbesulfaat	Väävelhapu hõbe	Ag ₂ SO ₄	311,83	Ag 69,2
27.	Hõbesulfiid	Väävelhõbe	Ag ₂ S	247,83	Ag 87,1
28.	Kaaliumbikarbonaat		KHCO ₃	100,11	
29.	Kaaliumdikromaat	Punane kroomhapu kaalium	K ₂ Cr ₂ O ₇	291,21	Cr 35,6
30.	Kaaliumbisulfaat		KHSO ₄	136,17	
31.	Kaaliumbitartraat	Viinakivi	KHC ₄ H ₄ O ₆	188,18	
32.	Kaaliumferritsüaniid	Punane veresool	K ₃ [Fe(CN) ₆]	329,25	Fe 17
33.	Kaaliumferrotsüaniid	Kollane veresool	K ₄ [Fe(CN) ₆] · 3H ₂ O	422,39	Fe 13,2
34.	Kaaliumhüdrosüüd	Kaaliumleelis	KOH	56,10	
35.	Kaaliumjodiid	Joodkaalium	KJ	166,02	
36.	Kaaliumkarbonaat	Potas	K ₂ CO ₃	138,20	
37.	Kaaliumkloraat	Kloorhapu kaalium, Bertolee sool	KClO ₃	122,56	
38.	Kaaliumkloriid	Kloorkaalium	KCl	74,56	
39.	Kaaliumkromaat	Kollane kroomhapu kaalium	K ₂ CrO ₄	194,20	Cr 26,8
40.	Kaaliumnaatriumtartraat	Senjeti sool	KNaC ₄ H ₄ O ₆ · 2H ₂ O	282,23	
41.	Kaaliumnitraat	Kaaliumsalpeeter	K NO ₃	101,10	
42.	Kaaliumnitrit		K NO ₂	85,10	
43.	Kaaliumoksalaat		K ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	184,23	
44.	Kaaliumperkloraat		KCl O ₄	138,55	
45.	Kaaliumpermanganaat		KMn O ₄	158,03	Mn 34,8
46.	Kaaliumpersulfaat		K ₂ S ₂ O ₈	270,32	
47.	Kaaliumsulfaat		K ₂ SO ₄	174,26	
48.	Kaaliumsulfiid	Väävlimaks	K ₂ S	110,26	

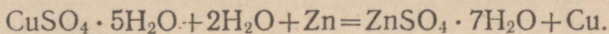
Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
49.	Kaaliumtartraat		$K_2C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2} H_2O$	235,27	
50.	Kaltsiumhüdrosüüd	Kaltsiumleelis, kustutatud lubi	$Ca(OH)_2$	74,10	
51.	Kaltsiumkarbonaat	Marmor, kriit, lubjakivi	$CaCO_3$	100,09	
52.	Kaltsiumkloriid	Kloorkaltsium	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	219,09	
53.	Kaltsiumöksüüd	Kustutamata lubi	CaO	56,08	
54.	Kloorvesinikhape	Soolhape	HCl	36,47	
55.	Kroomhape		H_2CrO_4	118,01	
56.	Lämmastikhape	Salpeeterhape	HNO_3	63,02	
57.	Magneesiumöksüüd	Põletatud magneesium	MgO	40,32	Mg 60,3
58.	Magneesiumsulfaat	Kibesool	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246,50	Mg 9,9
59.	Mangaankloriid		$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	197,91	Mn 27,7
60.	Mangaandiöksüüd	Pruunkivi	MnO_2	86,93	
61.	Mangaansulfaat		$MnSO_4 \cdot 7H_2O$	277,11	Mn 19,8
62.	Naatriumatsetaat		$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	136,09	
63.	Naatriumfluoriid	Fluornaatrium	NaF	42,00	
64.	Naatriumhüdrosüüd	Seebikivi	$NaOH$	40,00	
65.	Naatriumkarbonaat	Sooda	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,16	
66.	Naatriumkloriid	Keedusool	$NaCl$	58,45	
67.	Naatriumnitraat	Naatriumsalpeeter	$NaNO_3$	85,01	
68.	Naatriumnitrit		$NaNO_2$	69,01	
69.	Naatriumoksalaaat		$Na_2C_2O_4$	134,01	
70.	Naatriumortofosfaat	Trifosfaat	$Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$	380,16	
71.	Naatriumperboraat		$NaBO_3 \cdot 4H_2O$	153,82	
72.	Naatriumsilikaat		Na_2SiO_3	122,05	
73.	Naatriumstannaat	Tinasooda	$Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O$	266,74	Sn 44,5

Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
74.	Naatriumbistannit		NaHSNO_2	175,70	67,9
75.	Naatriumsulfaat	Glaubrisool	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	322,22	
76.	Naatriumbisulfaat		$\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	138,09	
77.	Naatriumsulfiid		$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	240,20	
78.	Naatriumsulfit		$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	252,18	
79.	Naatriumtetraboraat	Booraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381,43	
80.	Naatriumtiosulfaat	Naatriumhüposulfit	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,20	
81.	Nikkelammooniumkloriid		$\text{NiCl}_2 \cdot \text{NH}_4\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	291,20	
82.	Nikkelammooniumsulfaat		$\text{Ni}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	395,00	Ni 14,9
83.	Nikkelhüdrosüüd		$\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	92,21	Ni 63,3
84.	Nikkelkloriid	Kloornikkel	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	237,70	Ni 24,7
85.	Nikkelnitraat		$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	290,80	Ni 20,2
86.	Nikkeloksüüd		NiO	74,69	Ni 78,6
87.	Nikkelsulfaat	Niklivitriol	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	280,87	Ni 20,9
88.	Piimhape		$\text{CH}_3\text{CHOH} \cdot \text{COOH}$	90,08	
89.	Raud (III) hüdrosüüd	Ferrohüdrosüüd	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	106,87	Fe 52,3
90.	Raud (II) kloriid	Rauaklorüür	$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	198,83	Fe 28,6
91.	Raud (III) kloriid	Raudkloriid	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	270,32	Fe 20,7
92.	Raud (II) oksüüd		FeO	71,85	Fe 77,7
93.	Raud (III) oksüüd		Fe_2O_3	159,70	Fe 69,4
94.	Raud (II) sulfaat	Rauavitriol	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	278,03	Fe 20,1
95.	Raud (III) sulfaat		$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	399,90	Fe 27,9
96.	Raud (II) sulfiid	Väävelraud	FeS	87,92	Fe 63,5
97.	Ränihapend		SiO_2	60,06	
98.	Seatina (II) atsetaat	Tinasuhkur	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	379,35	Pb 54,6

Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
99.	Seatina (II) kloriid	Kloortina	$PbCl_2$	278,12	Pb 74,5
100.	Seatina (II) nitraat		$Pb(NO_3)_2$	331,23	Pb 62,6
101.	Seatina (II) oksüüd		PbO	223,21	Pb 92,8
102.	Seatina (II) sulfaat	Tinavitriol	$PbSO_4$	303,28	Pb 68,3
103.	Sidrunhape		$C_6H_8O_7$	192,12	
104.	Tina (II) hüdroksüüd		$Sn(OH)_2$	152,72	Sn 77,7
105.	Tina (IV) hüdroksüüd		$Sn(OH)_4$	186,72	Sn 63,6
106.	Tina (II) kloriid		$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	225,65	Sn 52,6
107.	Tina (IV) kloriid	Tinakloriid	$SnCl_4$	260,53	Sn 45,6
108.	Tina (II) oksüüd	Tinaoksüdüül	SnO	134,70	Sn 88,1
109.	Tina (IV) oksüüd	Tinaoksüüd	SnO_2	150,70	Sn 78,8
110.	Tinasulfaat		$SnSO_4$	214,77	Sn 55,3
111.	Tina (II) sulfiid	Tinasulfüür	SnS	150,77	Sn 78,7
112.	Tina (IV) sulfiid	Tinasulfiid	SnS_2	182,83	Sn 64,9
113.	Tsinkkarbonaat		$ZnCO_3$	125,39	Zn 52,1
114.	Tsinkkloriid	Kloortsink	$ZnCl_2$	136,29	Zn 48
115.	Tsinksulfaat	Tsingivitriol	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	287,56	Zn 22,7
116.	Tsinksulfiid	Vääveltsink	ZnS	97,45	Zn 67,1
117.	Tsinkoksüüd	Tsinkvalge	ZnO	81,38	Zn 80,3
118.	Vaskatsetaat	Grünspaan	$Cu(CH_3COOH)_2 \cdot H_2O$	199,64	Cu 31,8
119.	Vask (II) hüdroksüüd		$Cu(OH)_2$	97,56	Cu 65,1
120.	Vaskkarbonaat	Malahhiit	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	221,11	Cu 57,5
121.	Vask (I) kloriid	Vaskklorüür	$CuCl$	99,00	Cu 64,2
122.	Vask (II) kloriid	Kloorvask	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	170,49	Cu 37,3
123.	Vask (II) nitraat		$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	241,60	Cu 26,3

Nr.	Keemiline nimetus	Teisi nimetusi	Keemiline valem	Molekulkaal	Sisaldab %
124.	Vask (I) oksüüd	Vaskoksüduul	Cu_2O	143,08	Cu 88,8
125.	Vask (II) oksüüd	Vaskoksüüd	CuO	79,54	Cu 79,9
126.	Vask (II) sulfaat	Vasevitriol	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249,69	Cu 25,5
127.	Vesinikülihapend		H_2O_2	34,02	
128.	Viinhape		$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	150,09	
129.	Vismutnitraat		$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	485,10	Bi 59,2
130.	Vismutsulfaat		$\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$	706,20	Bi 49,1
131.	Väävelhape		H_2SO_4	98,09	
132.	Vääveldioksüüd	Väävlisgaas	SO_2	64,07	
133.	Väävelvesinik		H_2S	34,09	
134.	Äädikhape	Söögiäädikas	CH_3COOH	60,05	

4. Metalliline vask valmistatakse vasksulfaadist, vajaliku vasksulfaadi kogus leitakse võrrandi abil:



Asendades sümbolid vastavate molekulaaludega, saadakse:

$$250x + 36x + 65x = 288x + 40$$

$$x = 0,63$$

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0,63 \cdot 250 \approx 160 \text{ g}.$$

Seega on teada, kui palju valmistada kogu tootmisprotsessi teostamiseks lähteaineid. Vees lahustuvaist lähteaineist valmistatakse 20%-lised vesilahused, mida soola kiiremaks sulamiseks kergelt soojendatakse. Tööd teostatakse arvutamisprotsessile vastupidises järjekorras: esiteks valmistatakse vasepulber, siis vaskoksüüd jne.

Nagu vajatavast vasksulfaadikogusest (160 g) selgub, tuleb kasutada vase taandamisprotsessi läbiviimiseks 1-liitrilist klaaskolbi. Et operatsioonid toimuvad üksteise järel, siis piisab sellest kolvist ka edaspidi.

Vahepeal saadavaid aineid (vaskkloriid) ei kristalliseerita. Kristalliseerimisoperatsioon teostatakse kõige viimasena.

II OSA

ELEKTROLÜÜS

12. ELEKTRIVOOLU TOIME LAHUSTELE JA SULATATUD SOOLADELE

Lihtsa katse abil saab tõestada, et esineb selliste ainete vesilahuseid, mis juhivad hästi elektrivoolu.

Katseks valmistatakse joonisel 39 näidatud seade, mis koosneb laia kaelaga pudelist, kahest 3 mm jämedusest, läbi pudelikorgi asetatud elektroodist, 220-voldisest ja 15-vatisest elektrilambist koos vastava pesaga, ühendusjuhtmeist ja kahvlit võrguvooluga ühendamiseks.

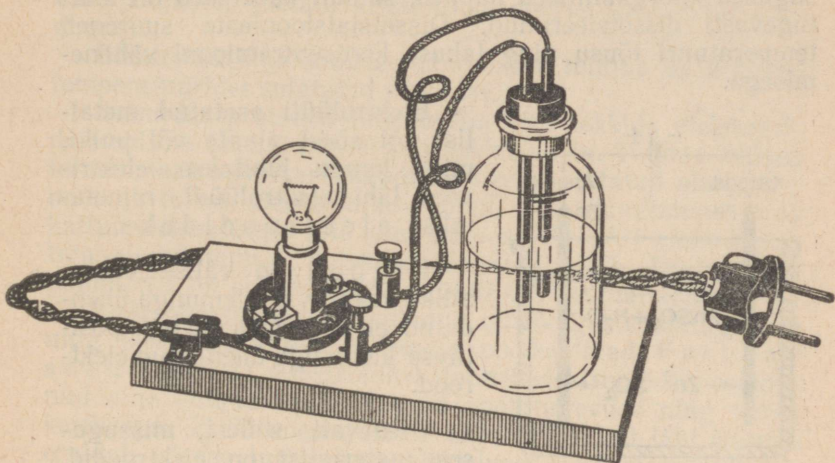
Esmalt valatakse pudelisse destilleeritud vett ja ühendatakse kahvel seinakontaktiga — lamp ei hakka põlema. Järgnevalt valmistatakse suhkru vesilahus ning valatakse pudelisse — lamp jääb endiselt kustunuks. Lamp ei hakka põlema ka piirituse ning eetri vesilahuste puhul.

Järgnevalt valmistatakse naatriumhüdroksüüdi vesilahus. Elektroodide lahusesse asetamisel veendutakse, et lamp hakkas põlema — järelikult juhib pudelis olev naatriumhüdroksüüdi vesilahus, vastandina suhkru, piirituse ja eetri vesilahustele ning destilleeritud veele, hästi elektrit. Veel korratakse katset keedusoola ja soolhappe vesilahustega, kusjuures pudel iga kord destilleeritud veega loputatakse. Ka need vesilahused juhivad hästi elektrit, mida tõendab lambi helendamine.

Aineid, mis vesilahuses juhivad elektrivoolu, nimetatakse elektrolüütideks. Elektrolüüdi omadusi evivad ka paljud kuumutamise abil sulatatud soolad.

Kui lahustada soola vees, muutub lahuses soola molekulide esialgne kuju.

Olenevalt sellest, millise soolaga on meil tegemist, lagunevad selle molekulid suuremal või vähemal määral väiksemateks osakesteks ehk ioonideks, mis kannavad elektrilaenguid, samal ajal kui aatom ja molekul on elektriliselt neutraalsed.



Joon. 39. Seade lahuste elektrijuhtivuse demonstreerimiseks.

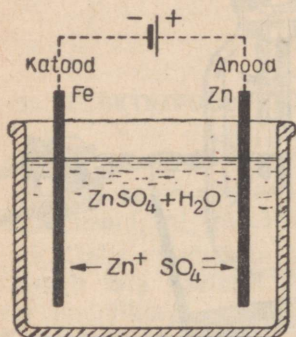
Kui elektriliselt neutraalne molekul laguneb, siis annab metalli aatom ühe või mitu oma elektroni teisele aatomile või radikaalile, mis moodustab aatomite grupi, kuid mitte molekuli. Radikaaliks nimetatakse molekuli koostisse kuuluvat püsivat aatomirühma, mis võib ühe keemilise ühendi molekulist muutusteta üle minna teise keemilise ühendi molekulile. Kuna metalli aatom kaotas negatiivseid laenguid, siis muutub ta positiivselt laetuks, kusjuures aatom või radikaal omandab negatiivseid laenguid niipalju, kui suur on aatomi või radikaali valents.

Ioonide tähistamiseks kasutatakse aatomitega ühesuguseid sümboleid. Sümbolid varustatakse laengu suurust näitavate + või — märkidega. Metallid ja vesinik annavad positiivseid ioone ehk katioone. Kõikide teiste ainete aatomid moodustavad negatiivseid ioone ehk anioone.

Elektrolüüsis toimub katioonide liikumine seda läbiva elektrivoolu suunas, kuna anioonid liiguvad vastassuunas.

Ionide kontsentratsiooni suurenemisega väheneb molekulide lagunemine ionideks. Molekulide lagunemist ionideks nimetatakse elektrolüütiliseks dissotsieerumiseks.

Dissotsiatsiooniaste on igal ainel iseloomustavaks leguriks ja näitab ionideks lagununud molekulide osa. Mitmesugused anorgaanilised happed, samuti ka alused on alati tugevasti dissotsieerunud. Dissotsiatsiooniaste suureneb temperatuuri tõusu ning lahuse kontsentratsiooni vähene misega.



Joon. 40. Tsinksulfaadi elektrolüüs.

Elektrolüüti asetatud metallist või söest plaate või pulki, mille kaudu juhitakse elektrivool läbi elektrolüüdi, nimetatakse elektroodideks.

Katood on välise vooluallika negatiivse klemmiga ühendatud elektrod, anood positiivse klemmiga ühendatud elektrod.

Olenevalt sellest, missugusest materjalist on elektroodid, lahustuvad nad või ei lahustu elektrolüüsi toimel, tekitades sageli üsna keerulisi keemilisi protsesse.

Elektrolüüsi anumasse (joon. 40) asetatakse tsingist ja rauast elektroodid, kuna elektrolüüdiks võetakse tsinksulfaadi Zn SO_4 lahus.

Tsingist elektrod ühendatakse vooluallika — taskulambi patarei — positiivse klemmiga ja rauast elektrod negatiivse klemmiga.

Välise elektrivoolu allika toimel tekib elektrolüüdis elektriväli, mille tõttu ionid hakkavad liikuma. Positiivse laenguga katioonid suunduvad katoodi kui negatiivse elektrodipiirile. Negatiivse laenguga anioonid liiguvad aga anoodi — positiivse elektrodipiirile. Sellise elektrolüüdis esineva ionide kahesuunalise liikumise toimel tekibki elektrolüüdis elektrivool.

Antud juhul liigub tsinkioon Zn^{2+} katoodile, kus liites endaga 2 elektroni, annab metalse tsingi. SO_4^{2-} -ioon liigub anoodile, annab oma laengu ära ning ühinedes tsin-

giga moodustab tsinksulfaadi. Elektrolüüdi kontsentratsioon jääb muutumatuks, sest lahusest eraldunud tsink asendub pidevalt anoodi tsingiga. Kui elektrodid ei lahustu (näit. süsi, plaatina), siis on esinevad protsessid lihtsamad.

Metallid ja vesinik eralduvad elektrolüüsil alati katoodil. Nõrga voolu puhul eraldub metall tiheda kihina. Tugev vool põhjustab metalli kristallilist, poorse puru kujul eraldumist.

Elektrolüütiline soolade lahutamise toimub ka kõrgetel temperatuuridel sulatatud soolades.

Sekundaarprotsessi tulemusena võib tekkida elektroodidele selline ühend, mis ei juhi elektrivoolu. Taoline nähtus toimub naatriumbikarbonaadi lahusesse asetatud alumiiniumi ja tinast elektrodide puhul, kus alumiiniumi pind kattub elektrolüüsil vaid ühes suunas (Pb—Al) elektrit juhtiva alumiiniumi ja hapniku ühendiga Al_2O_3 . Ülalesitatud põhimõttel on ehitatud elektrolüütilised voolualdajad.

Elektrolüüsi toimet eraldunud ainehulga, voolutugevuse ning elektrolüüsi kestuse kohta on kehtivad Faraday seadused: 1) Elektrolüüsi toimet elektroodidel eraldunud aine hulgad on võrdelised voolutugevuse ning voolu kestusega. 2) Mitmesugustest elektrolüütidest läbi minnes eraldab võrdse tugevusega elektrivool võrdset ajavahemikul ainete hulga, mis on võrdelised vastavate ainete elektrokeemiliste ekvivalentkaaludega.

Need seadused on väljendatud valemiga:

$$G = \alpha It,$$

kus G — eraldunud aine hulk grammides,

I — vool amprites,

t — aeg tundides,

α — metalli elektrokeemiline ekvivalent g/Ah.

Niisiis eraldab võrdse tugevusega vool võrdset ajavahemikul võrdse hulga ainet. Aine hulka milligrammides, mida eraldab 1 ampri tugevune vool 1 sekundi vältel, nimetatakse vastava aine elektrokeemiliseks ekvivalentiks. Seega on igal ainel oma kindel, seda ainet iseloomustav elektrokeemiline ekvivalent.

13. VEE ELEKTROLUUS

Absoluutselt puhas, destilleeritud vesi ei juhi elektrivoolu. Vesi on koguni väga hea isolaator. Looduses sellist

puhast vett aga peaaegu ei esine. Kõige puhtam looduses esinev vesi on vihmavesi, kuid seegi on mõningal määral rikutud õhus leiduva tolmu poolt. Kuna puhas vesi on täielik isolaator, siis ei saa ka rääkida selle elektrolüüsist. Kuid vees leidub alati lisandeid, sest isegi destilleeritud vesi ei ole alati keemiliselt täiesti puhas.

Niipea, kui lisame veele pisut väävelhapet H_2SO_4 , muutub see elektrivoolu juhiks ja võime jälgida vee elektrolüüsi, s. o. vee keemilist lagunemist elektrivoolu toimel.

Vee elektrolüüsil toimuvate protsesside jälgimiseks valmistatakse lihtne seade, mis koosneb laia suudmega ilma põhjata pudelist, kahest võimalikult ühesuurusest mõõtsilindrist, kahest süsielektroodist, ühendusjuhtmetest ning korgist pudeli sulgemiseks (joon. 41, a).

Elektroodideks kasutatakse vanadest taskulambi patareidest eraldatud söepulki, mis torgatakse korki puuritud aukudesse. Vaskmütsikestega varustatud otste külge joodetakse ühendustraadid. Pudel asetatakse suudmega allapoole ja ta toetub plekiribadest või traadist painutatud kolmjalale, mille ülemisse otsa on joodetud rõngas. Pudeli kael peab rõngast vabalt läbi mahtuma. Eraldatud pudeli põhja asendab kahest vineerkettast valmistatud ümmargune kaas.

Kaane sisse saetakse kaks auku, milledest ulatuvad läbi mõõtsilindrid. Mõõtsilindrite põhjad asetatakse ühekõrgusele. Selleks, et mõõtsilindrid ei langeks läbi kaane aukude pudelisse, mähitakse silindritele parajasse kõrgusesse kitsad isoleerpaela ribad. Kaanest läbiulatuvad mõõtsilindrite otsad peavad asetsema süsielektroodide kohal.

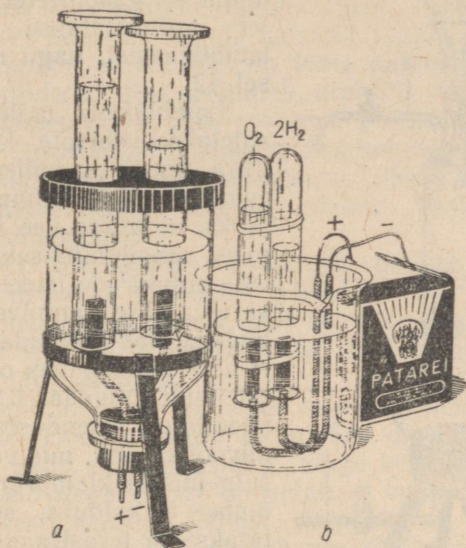
Kolmjalale asetatud pudel täidetakse nii kõrgelt väävelhappega hapustatud veega, et kaanest läbiulatuvad mõõtsilindrite suudmed asuksid mõni sentimeeter allpool vee pinda. Nüüd asetatakse kohale kaas koos kahe veega täidetud mõõtsilindriga.

Viimaseks toiminguks on vaja veidi harjumust, kuna vesi kipub mõõtsilindritest välja voolama juba enne kaane kohale asetamist.

Lõpuks ühendatakse elektroodid vooluallikaga, mis koosneb kolmest järjestikku ühendatud taskulambi patareist. Niipea kui ühendus on tehtud, näeme elektroodidelt üles tõusvat gaasimullikesi.

Elektroodidel tekkinud gaasid kogunevad mõõtsilindritesse, tõrjudes neist vastaval hulgal vett välja. Mõne aja

pärast selgub, et negatiivsel elektroodil ehk katoodil eraldub kaks korda rohkem gaasi kui positiivsel — anoodil. Seda on kerge kindlaks teha silindritest välja tõrjutud vee hulga järele.



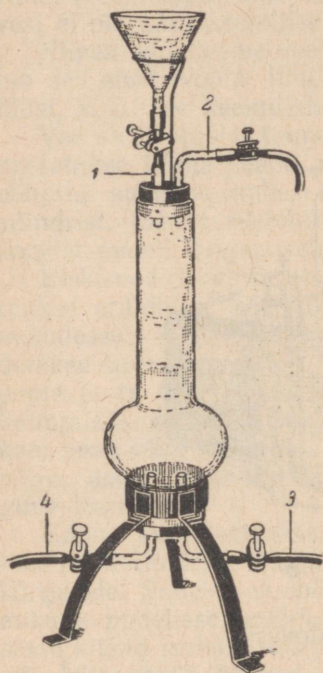
Joon. 41. Vee elektrolüüs.

Katoodil eraldunud gaas on vesinik ja anoodil hapnik. Järelikult on vesi, mis koosneb hapniku ja vesiniku keemilisest ühendist, lagunenud elektrolüüsi toimel oma algosadeks — vesinikuks ja hapnikuks.

Paistab, nagu oleks elektrivool vee keemiliselt lahutanud. Tegelikult lagunes aga osa väävelhappe H_2SO_4 molekule $2H_2$ ja SO_4 ionideks (primaarprotsess). Tekkinud SO_4 ühines uuesti vee vesinikuga, andes jällegi väävelhappe H_2SO_4 , vabastades selliselt vee hapniku (sekundaarprotsess).

Demonstratsiooni otstarbel on võimalik ülalesitatud katset teostada palju lihtsamate vahenditega. Nii on võimalik katset läbi viia kahe katseklaasi ning ühe klaaspurgi abil vastavalt joonisele 41, b. Sellise katse korraldamisel

on vajalik, et hapustatud vette ulatuvad ühendusjuhtmed oleksid isoleeritud. Siingi kasutatakse vooluallikana taskulambi patareisid.



Joon. 42. Gasomeeter.

Katseteks gaasidega tuleks valmistada gaasi kogumise anum — gasomeeter. Gasomeeter valmistatakse suuremast lambiklaasist, nagu näha joonisel 42.

Lambiklaasi mõlemad otsad suletakse sobivate kummikorkidega, puurides mõlemasse kaks auku. Ülemisse põlvtoru ja lehtri jaoks, alumisse vee äravoolu ja gaasi sissejuhtimiseks kasutatakse põlvtorude jaoks. Põlvtorud varustatakse kummivoolikust jätkudega, mis võimaldavad klambri abil toruotsi kas osaliselt või täielikult sulgeda. Ka lehter on ühendatud pikendustoruga kummivooliku abil, mis varustatakse sulgemiseks klambriga. Et lehter ümber ei kalduks, selleks asetatakse ta terästraadist valmistatud hoidjasse, mille ülemine ots on võrukujuline, kuna alumine ots on torgatud korgi sisse. Seade töötab järgmiselt: gasomeetri täitmiseks soovitud gaasiga avatakse kõigepealt toruotsad 1 ja 2. Alumised torud on suletud. Nüüd valatakse anumasse lehtri kaudu vett, kuni anum on veega täidetud. Seejärel suletakse torud 1 ja 2. Nüüd avatakse alumine toru 3. Järgnevalt ühendatakse gaasi tekitamise seadmest tulev toru kummitoru abil toruga 3 ja avatakse toru 4. Anumasse tungiv gaas surub sealt toru 4 kaudu vee välja. Kui anum on gaasiga täidetud, saab sealt soovitud surve all gaasi. Selleks suletakse klambrid torudel 3 ja 4. Nüüd valatakse lehter vett täis. Anumasse juhitud vesi tekitab selles gaasisurve, mida reguleeritakse torul 1 oleva klambri abil. Vajaliku survega gaas juhitakse toru 2 abil soovitud kohta.

otsad 1 ja 2. Alumised torud on suletud. Nüüd valatakse anumasse lehtri kaudu vett, kuni anum on veega täidetud. Seejärel suletakse torud 1 ja 2. Nüüd avatakse alumine toru 3. Järgnevalt ühendatakse gaasi tekitamise seadmest tulev toru kummitoru abil toruga 3 ja avatakse toru 4. Anumasse tungiv gaas surub sealt toru 4 kaudu vee välja. Kui anum on gaasiga täidetud, saab sealt soovitud surve all gaasi. Selleks suletakse klambrid torudel 3 ja 4. Nüüd valatakse lehter vett täis. Anumasse juhitud vesi tekitab selles gaasisurve, mida reguleeritakse torul 1 oleva klambri abil. Vajaliku survega gaas juhitakse toru 2 abil soovitud kohta.

Hapnik on looduses kõige enam levinud element. Teda leidub nii vabas olekus kui ka paljudes keemilistes ühendites. Vabas olekus esineb hapnik kahel kujul — hapnikuna O_2 ja osoonina O_3 . Oma füüsikaliste omaduste poolest on hapnik O_2 lõhnatu, värvitu ja maitsetu gaas. Hapniku erikaal on õhust veidi suurem. Temperatuuril — $183^\circ C$ hapnik veeldub. Vees lahustub hapnik halvasti. Üheks iseloomustavamaks hapniku omaduseks on tema ühinemisvõime paljude elementidega. Kui seejuures eraldub soojust ja valgust, siis nimetatakse seda protsessi põlemiseks.

Kui vee elektrolüüsi seadme abil on kogutud mõõtsilindri täis hapnikku, ning sinna asetatakse hõõguv peerg, plahvatab viimane heleda leegiga põlema, kusjuures tekib CO_2 — süsihappegaas.

Punaseks kuumutatud terastraat hakkab hapnikusse asetatuna heledaid sädemeid pildudes nagu säraküünal põlema. Põlemise saadusena tekib üks raua oksüüde, Fe_3O_4 . Hapnikuga ühinemist nimetatakse oksüdeerumiseks, kusjuures tekivad oksüüdid.

Ka vesinik on looduses sageli esinev element. Vesinikuühendeid on looduses väga palju. See on samuti värvitu ja lõhnatu gaas, olles gaasidest kõige kergem ja suurima difusiooni kiirusega — see tähendab, et vesinikul on võime ruumis kiiresti hajuda. Sellest tingituna on vesinikul ka suur soojusjuhtivus. Nii jahutab vesinik kuumutatud eset kuus korda paremini kui õhk — asjaolu, mis leiab sageli kasutamist tänapäeva tehnikas. Vesinikku kasutatakse keemiatööstuses mitmete tähtsate ainete, muuhulgas ammoniaagi saamiseks. Vesiniku abil saadakse ka kivisöest bensiini. Elektrilampide valmistamisel kasutatakse vesinikku elektrilampide hõõgniitide sulatamiseks. Kõrge temperatuuri tõttu, mis tekib vesiniku põlemisel koos hapnikuga (2500°), kasutatakse teda metallide sulatamisel. On päevakorral isegi vesiniku kasutamine sisepõlemismootori kütusena. Üheaatomilist vesinikku H kasutatakse kõrgete temperatuuride — kuni 3500° tekitamiseks.

Kõige enam leidub maakeral hapniku ja vesiniku keemilist ühendit — vett H_2O . Hapniku ja vesiniku ühinemine veeks toimub väga energiliselt — sellele kaasneb plahvatus. Sellest tingituna nimetatakse hapniku ja vesiniku segu vahekorras 2:1 paukgaasiks. Viimase süütamisel ka õige väikeses koguses tekib tugev pauk. Seetõttu tuleb paukgaasiga katsetades olla väga ettevaatlik.

Katse läbiviimiseks püüakse tehakse avatud konservikarbi põhja, serva lähedale väike auk. Karp pannakse avatud küljega vastu lauda ja auk suletakse sõrmega. Karbi alla juhitakse toru abil vesinikku, millega karp täitub. Pärast toru eemaldamist viiakse ülemise ava juurde põlev tikk, mille tagajärjel vesinik süttib ja põleb väikese, peaaegu nähtamatu leegiga, kusjuures vastavalt ärapõlenud vesiniku hulga järgi algab altpoolt karpi õhku. Viimaks tekib moment, mil vesiniku ja hapniku hulga vahel on tekkinud selline vahekord, mis moodustab püügaasi. Nüüd plahvatab segu ja leek algab karpi ning viimane paisatakse tugeva plahvatuse mõjul vastu laged.

14. GLAUBRISOOLA ELEKTROLÜÜS

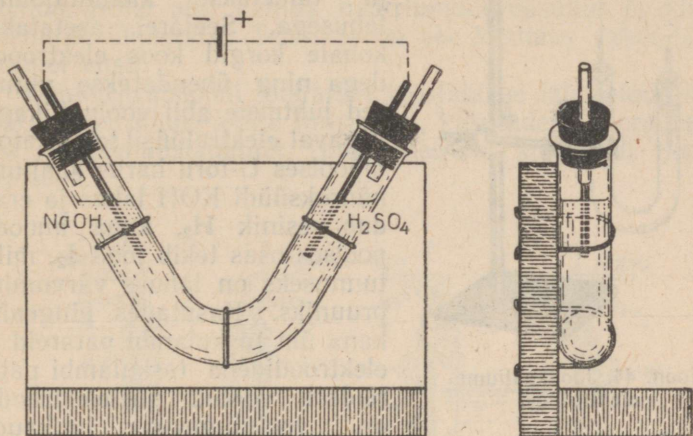
Glaubrisoola $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ lahuse elektrolüüsiga demonstreeritakse elektrolüüsil toimivate protsesside mitmekülgsust. Glaubrisoola elektrolüüs teostatakse kas selleks eriti valmistatud seadmes, kus elektrodid — katood ja anood on teineteisest eraldatud poorse vaheseinaga või siis U-torus. Viimases on katset lihtsam teostada. Selleks painutatakse tulel jämedast klaastorust U-toru, mille harude pikkus on 10 cm. Toruotste sulgemiseks valmistatakse sobivad korgid, milledesse puuritakse kaks auku — üks elektroodi kinnitamiseks, teine — gaaside väljapääsu võimaldamiseks. Nüüd eemaldatakse vanast taskulambipatareist kaks sütti, mis asetatakse tihedalt korkide keskkohas olevatesse aukudesse. Süte vaskmütsikeste külge joodetakse pehmest traadist ühendusjuhtmed.

U-toru kinnitatakse statiivi külge. Kui viimane puudub, valmistatakse vineerist U-toru hoidja joonis 43 kohaselt. Nüüd valatakse U-torusse glaubrisoola lahus, mille valmistamiseks lahustatakse 5 grammi Na_2SO_4 50 ml vees.

Pärast elektrodide kohalepaigutamist ühendatakse seade vooluallikaga, milleks võib olla kaks järjestikku ühendatud taskulambi patareid.

Kuna elektrolüüsi toimel tekkinud vedelikud ei saa anuma kuju tõttu seguneda, siis tekib katoodi läheduses naatriumhüdroksiid NaOH ja anoodi juures väävelhape H_2SO_4 . Kui teostada glaubrisoola elektrolüüsi eraldamata elektrodidega, saadakse sekundaarprotsessi toimel katoodil vesinik ja anoodil hapnik. Seega toimuks tavaline vee elektrolüüs.

Teostades elektrolüüsi U-toru kujulise seadmega, veendatakse indikaatorlahuse abil, et katoodil on tõepoolest eraldunud leeline ning anoodil hape.



Joon. 43. Glaubrisoola elektrolüüs.

Selleks lisatakse enne voolu sisselülitamist lahusele mõnda indikaatorlahust, kas metüüloranži või fenoolftaleiini. Metüüloranž, mis neutraalses olekus on kollane, värvub anoodi läheduses punaseks, kuna fenoolftaleiini lahus värvub vastavalt katoodi juures punakaslillaks.

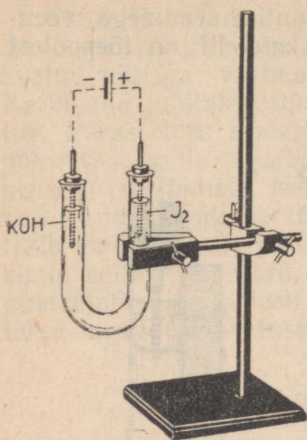
Viimatimainitud indikaatorlahus on neutraalse ja happelise reaktsiooni puhul värvusetu, kuna metüüloranži lahus ei muuda oma värvi reaktsiooni üleminekul neutraalsest leelisest. Ülalmainitud katse teostamiseks võib kasutada ka lakmuspaberit.

Järgnevalt vahetatakse ringi vooluallika poolused.

Selle tulemusena saavutatakse indikaatorlahuste värvuste muutus eespoolmainitule vastupidises suunas.

15. KAALIUMJODIIDI ELEKTROLÜÜS

Kaaliumjodiidi KJ lahuse elektrolüüsiks koostatakse katseseade U-torust, mis on varustatud kahe vanast taskulambi patareist võetud süsielektroodiga. Pingeallikana kasutatakse taskulambi patareid või akumulaatorit. U-toru



Joon. 44. Joodkaaliumi elektrolüüs.

0,2 amprit. Sobiv lahus saadakse 10 grammi kaaliumjodiidi lahustamisel 100 milliliitris vees.

16. KEEDUSOOLA ELEKTROLÜÜS

Nii naatrium- kui ka kaaliumkloriidi elektrolüüsil on tänapäeva keemiatööstuses suur tähtsus. Naatrium- ja kaaliumkloriidi elektrolüüsi abil saadakse keemiatööstustele nii tähtsaid aineid, nagu seda on sööbeleelised ja kloor.

Naatriumkloriidi elektrolüüsi saadusena tekib ka vesinik, mida kasutatakse ammoniaagi saamiseks ja mujal.

Kui asetada kaks vooluallikaga ühendatud süsielektroodi anumasse, milles on keedusoola NaCl lahus, siis laguneb viimane elektrolüüsi toimel.

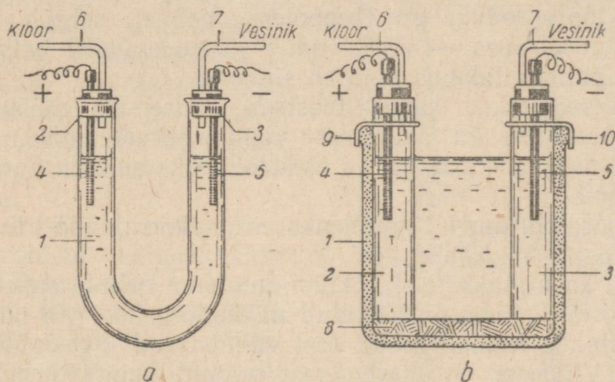
Lõppsaadustena tekivad naatriumhüdrosüüd ehk naatriumleeline (seebikivi) NaOH ja vesinik H_2 . Kuid sellega ei ole veel elektrolüüsi abil toimuv keemiline reaktsioon lõppenud.

Reaktsiooni algul vabanenud kloor ühineb omakorda naatriumhüdrosüüdiga ja selle tulemusena tekib NaClO, mis edasisel reageerimisel annab NaClO₃.

Elektrolüüsi teostamisel seadmega, kus tekkinud naatriumleelis ja kloor võivad omavahel seguneda, saadakse

katoodil vesinik, mis eraldub mullikestena, kuna anoodi ümbruses tekib NaClO_3 lahús. Järelikult selleks, et saada naatriumkloriidi elektrolüüsi tulemusena tehnikas väga vajalikku naatriumhüdrosüüdi NaOH ja kloori, tuleb leida abinõu, mille abil vältida naatriumhüdrosüüdi ja kloori keemilist ühinemist. Tehnikas on see küsimus lahendatud mitmel viisil.

Demonstratsiooni otstarbel teostatakse laboratooriumis NaCl elektrolüüsi kõige lihtsamalt, kasutades U-toru kujulist elektrolüüsi anumad, nagu see on kujutatud joonisel 45, a.



Joon. 45. Keedusoola elektrolüüs.

U-toru kujuline anum 1 varustatakse korkidega 2 ja 3. Korkidest ulatuvad läbi süsielektroodid 4 ja 5 ning klaasitorud 6 ja 7. U-toru täidetakse küllastatud naatriumkloriidi lahusega sel määral, et korkide alla jääks 1 cm ulatuses vaba ruumi, kinnitatakse statiivi külge ja ühendatakse vooluallikaga. Vooluallikana võib kasutada taskulambi patareid. Mõne aja pärast näeme, et anoodilt eraldub rohekas, halva lõhnaga gaas, mis täidab elektrolüüdi pinna ja korki vahelise ruumi. Ettevaatus! Mitte sisse hingata, sest tekkinud gaas on mürgine kloor. Seetõttu korraldatakse katse kas vabas looduses või tõmbekapis. Mitte mingil juhtumil aga äratõmbeta kohas. Ka katoodil eralduvad gaasimullid, mis on lahuses selgesti nähtavad, kuid tekkinud gaas on värvitu vesinik. Kui ühendada nii anoodi

kui katoodi põlvtorude 6 ja 7 külge kummitorud, võib tekkinud gaase koguda.

Vesinik lastakse koguneda veega täidetud ja veeanumasse kummuli pööratud pudelisse või mõõtklaasi. Ka kloori kogumiseks võib kasutada sama võtet. Gaaside kogumist tuleb loomulikult teostada tõmbekapis. Nii kloori kui ka vesiniku kogumiseks, mida vajatakse edaspidisteks katseteks, kasutatakse gasomeetreid.

U-toru kumerasse ossa tekib elektrolüüsi toimel keedu-soola ja naatriumhüdroksüüdi lahuste segu, millest aurutamisel kristalliseeritakse välja naatriumkloriid, kuna lahusesse jäänud naatriumhüdroksüüd aurutatakse kuivaks.

Et lõpp-produkt on tõepoolest leeline, selgub tema lahustamisel vees — vesi tundub sõrmede vahel katsudes libe ja punane lakmus muutub siniseks.

Kui soovitakse katset teostada suuremais mõõtmeis, tuleb kasutada ka suuremat voolutugevust, mis nõuab jämedamate elektrootide ja elektrolüüsiks suurema anuma kasutamist.

Laboratooriumi tingimustes võib korraldada taolise katse joonis 45, b järgi.

Siin kasutatakse elektrolüüsi anumana mõnda suuremat klaaspurki 1, kuhu on asetatud mõõtsilindritest või pudelitest põhjade eemaldamise teel valmistatud gaasipüüdjad 2 ja 3. Viimased on ühest otsast suletud kummikorkidega, millest ulatuvad läbi jämedamast elemendi või kaarlambi söest elektrootid 4 ja 5 ning gaaside ärajuhtimise torud 6 ja 7. Gaasipüüdjad toetuvad alumiste otstega anuma põhja asetatud klaastoru tükkidele 8, mis võimaldavad elektrolüüdile vaba sissepääsu gaasipüüdjatesse. Gaasipüüdjate ülemised otsad kinnitatakse raudtraadist aasadega 9 ja 10 purgi serva külge.

Sellise seadme abil võib laboratoorsetes tingimustes valmistada suuremal hulgal vesinikku, kloori ja naatriumhüdroksüüdi. Viimane eraldatakse naatriumkloriidi lahusest eelmises katses kirjeldatud viisil.

Naatriumhüdroksüüdi tööstuslikul tootmisel kasutatakse tehniliselt täiuslikumaid kloori ja leelise eraldamise viise. Nendest tuleb juttu hiljem vastava vabrikumudeli kirjeldamisel (vt. p. 55).

Naatriumhüdroksüüdi tarvitatakse tööstuses suurtes kogustes, kusjuures peamiselt kasutatakse sama lähteainet,

s. o. keedusoola ja selle elektrolüüsi nn. diafragma menetlusel.

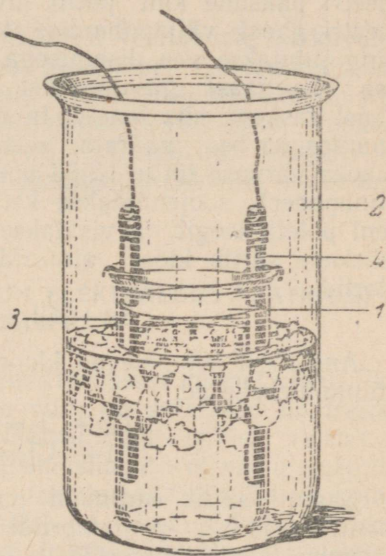
Naatriumkloriidi, keedusoola elektrolüüsiga valmistatakse ka n. n. «Javelle'i vett», mida kasutatakse pleegitamiseks. «Javelle'i vee» saamiseks teostatakse keedusoolalahuse elektrolüüsi tavalises anumask, mistõttu kloor reageerib naatriumhüdrosüüdiga, andes ülalmainitud ühendi — NaClO_3 .

Keeduklaas 1 (joon. 46) NaCl vesilahusega paigutatakse teise suuremasse keeduklaasi 2, milles on vesi ja selle jahutamiseks jäätüki. Väiksemasse keeduklaasi asetatakse süsielektroodid 3 ja 4 ning ühendatakse 5—6 voldise pingega alalisvoolu allikaga.

Pärast pooltunnilist elektrolüüsi katkestatakse vool. Tulemusena on keeduklaasis tekkinud pleegitava toimega lahus — kloori ja naatriumhüdrosüüdi ühend — «Javelle'i vesi». Selle pleegitava toime demonstreerimiseks lisatakse riide värvimisel sageli kasutatavale indigo lahusele (sinine) veidi «Javelle'i vett», mille tulemusena tugevalt-sinine lahus helekollaseks muutub. Riide pleegitamisel «Javelle'i veega» on vaja riidet põhjalikult loputada.

Kloor, mis kuulub elementide perioodilise süsteemi seitsmendasse rühma halogeenide ehk soolatekitajate nimetuse all, on rohekas, õhust raskem, teravalõhnaline, mürgine gaas.

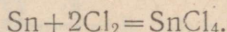
Kloor avastati 1774. a. keemik Scheele poolt. Kloor on halogeenidest (F, Br ja J) tähtsaim ja teda valmistatakse keemiatööstuses peamiselt NaCl vesilahuse elektrolüüsi teel. Kloor on väga mürgise toimega. Mõni kümnetuhandik



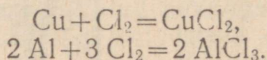
Joon. 46. «Javelle'i vee» valmistamine elektrolüüsi abil.

protsenti kloori õhus põhjustab hingamiselundite ärritust, kuna 0,1% kloori põhjustab juba lämbumissurma. Seega tulevad kõik katsed klooriga teostada kas tõmbekapis või välisõhus. Kloor on keemiliselt väga aktiivne element. Tema ühendeid metallidega nimetatakse kloriidideks, mida kasutatakse sageli ka galvanotehnikas.

Järgnevalt kirjeldame mõningaid klooriga teostatavaid katseid. Suuremasse keeduklaasi raputatakse ühe sentimeetri paksune kiht peent liiva. Nüüd asetatakse gaasomeetri gaasi väljapuhumise toru ots keeduklaasi põhja ning juhitakse vee lisamisega punktis 13 esitatud viisil osa kloorgaasi gaasomeetrist anumasse. Kuna kloor on õhust raskem, siis langeb ta anuma põhja. Kloori hulka anumasse on hea määrata, sest kloor erineb hästi õhust roheka värvuse tõttu. Nüüd võetakse õhuke tina (Sn) leht (tinapaber), soojendatakse kergelt piirituslambi või bunseni põleti leegil ja visatakse keeduklaasi. Soojendatud lehekene süttib kloori atmosfääris, kusjuures tekib tina-kloriid



Analoogiliselt põlevad kloori atmosfääris vask- ja alumiiniumlehekeseid.



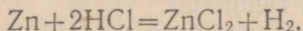
Samuti süttib antimoni pulber, kusjuures tekib antimontrikloriidi ja -pentakloriidi segu. Samuti tekib fosfori põlemisel kloori atmosfääris fosfortrikloriid ja -pentakloriid.

Kloor ühineb väga energiliselt vesinikuga, mille tagajärjel tekib kloorvesinik HCl. Valguse või soojuste kaasmõjul toimub selline ühinemine plahvatusega.

Selle demonstreerimiseks võetakse tükike filterpaberit, niisutatakse soojendatud tärpentiniga ja heidetakse kloori sisaldavasse keeduklaasi. Kloori ühinemine tärpentini vesinikuga toimub nii intensiivselt, et paber hakkab põlema, kusjuures vabanev süsinik eraldub tahmana. Kloorvesinikku lahustub vees tohutul hulgal, kusjuures tekib soolhape. Umbkaudset protsentuaalset HCl sisaldust soolhappes on võimalik määrata sel teel, et erikaalu murdosa korrutatakse kahega.

Erikaalu 1,18 puhul saadakse seega $2 \times 18 = 36$ protsendiline soolhape.

Kloori kasutatakse laialdaselt tselluloosi ja kangaste pleegitamiseks, joogivee steriliseerimiseks, põllumajanduslike taimekahjurite vastu võitlemiseks ja keemiatööstuses terve rea ülitähtsate ainete valmistamiseks. Ka galvanotehnikas kasutatakse sageli kloriide, mida valmistatakse vastavate metallide reageerimisel soolhappega. Nii saadakse näiteks tsinkkloriid järgmiselt:



Höbenitraadi ja naatriumkloriidi vesilahuste kokkuvalamisel tekib valge sademena kloorhõbe. Galvanotehnikas kasutatakse enamasti järgmisi kloori ühendeid: naatriumkloriid, antimonkloriid, arseenkloriid, vaskkloriid, tinakloriid, tsinkkloriid, nikkelkloriid, hõbekloriid, kuldkloriid, platinakloriid, raudkloriid, magneesiumkloriid, elavhõbekloriid ja seatinakloriid.

17. NAATRIUMHÜDROKSÜÜDI ELEKTROLUUS NAATRIUMI SAAMISEKS

Naatriumi toodetakse keemiatööstuses mitmel viisil. Üks vanimaid naatriumi saamise viise on sulatatud naatriumhüdroksüüdi elektrolüüs. Naatriumhüdroksüüdi valmistatakse aga keedusoolast elektrolüüsamise teel nn. diafragma menetluse abil. Nii saadud naatriumhüdroksüüd ei kõlba suure keedusoola sisalduse tõttu naatriumi valmistamiseks. Kui soovitakse sulatatud naatriumhüdroksüüdist elektrolüüsi teel valmistada naatriumi, siis tuleb kasutada väga puhast lisanditeta lähteainet. Selleks kasutatakse keemiliselt puhast naatriumhüdroksüüdi, mida valmistatakse nn. elavhõbedametodil.

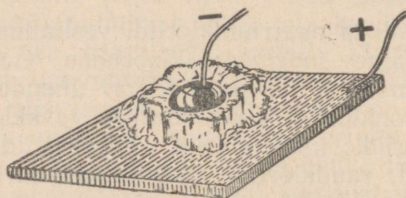
Teiseks oluliseks tingimuseks on, et lähteaine oleks veevaba. Selle saavutamiseks tuleb teda pikemat aega enne katset tiiglis kuumutada.

Naatriumhüdroksüüdi elektrolüüsi metallilise naatriumi saamiseks võib demonstratsiooni otstarbel väga lihtsalt teostada. Selleks võetakse tükike naatriumhüdroksüüdi ja kaabitakse sellest noaga 2×2 cm suurune plaadike.

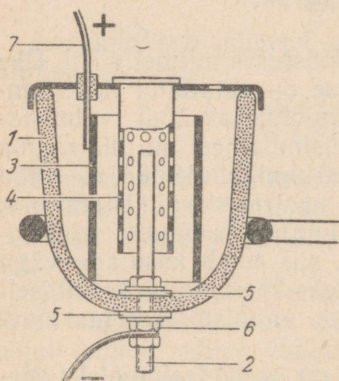
Plaadi ühele küljele tehakse väike kausitaoline süvend, kuhu valatakse elavhõbedat. Nüüd asetatakse plaat koos elavhõbedaga seatinast alusele (joon. 47). Elavhõbedasse asetatakse peenike vasktraat, mis ühendatakse vooluallika

negatiivse poolusega, kuna seatinast alus ühendatakse positiivse poolusega. Vooluallikaks võib olla taskulambi patarei. Elektrivoolu toimel eraldub naatriumhüdrosüüdist katoodil metalne naatrium, mis kohe moodustab elavhõbedaga naatriumamalgaami.

Naatriumamalgaam reageerib veega nagu puhas naatrium, eraldades reaktsioonil veest vesinikku, kusjuures reaktsioon toimub rahulikult.



Joon. 47. Lihtne viis naatriumhüdrosüüdi elektrolüüsiks.



Joon. 48. Naatriumhüdrosüüdi elektrolüüs

Kui ei kasutata elavhõbedat ja vasktraadiga puudutatakse otseselt naatriumhüdrosüüdist plaadikest, tekib naatrium väikeste terakeste kujul. Elavhõbede kasutamisel tuleb olla ettevaatlik, sest elavhõbe ja selle aurud on väga mürgised.

Täiuslikum seade naatriumi saamiseks koosneb 6 cm kõrgusest ja 4,5 cm läbimõõduga glasuurimata tiiglist 1 (joon. 48), mille põhja puuritakse ettevaatlikult 5,5 mm rauapuoriga auk. August asetatakse läbi 5 mm jämedune raudpulk 2, millele on lõigatud keere kinnitusmutrite 6 jaoks.

Mutrite alla pannakse asbestist tihendusseibid 5. Häid tihendusseibe saab valmistada kõlbmatust auto mootoriploki kaane tihendist. Tiigli sisse asetatakse 3 cm läbimõõduga ja 4 cm kõrgune 0,25 mm paksusest raudplekist silinder 3, mis toetub alumise serva vastu tiigli koonilist põhjaosa.

Tiigli kaas valmistatakse sobiva suurusega vaseliini- või kreemikarbi kaanest. Kaane keskkoha lõigatakse auk, mida läbib jahipüssi padruni vasest kest 4, mis on puuritud auklikuks ja toetub servaga kaanele. Padrunikesta otsast saetakse umbes 10—15 mm pikkune tükk rauasaega maha, kuna tongi kohta puuritakse 1,5—2 mm jämedune auk.

Tiigli kaanese puuritakse veel kaks 4 mm läbimõõduga auku, üks hapniku väljajuhtimiseks, teine ühendustraadi 7 läbipistmiseks, mis portselantoruga kaanest isoleeritakse ja silindri 3 külge kinnitatakse. Seade monteeritakse joonise kohaselt kokku ning täidetakse peenendatud, kuiva ja keemiliselt puhta naatriumhüdroksüüdiga. Järgnevalt asetatakse tiigel statiivi rõngale ning ühendatakse vooluallika positiivne poolus plekist silindri 3 ühendustraadiga 7 ja negatiivne poolus raudpulga 2 külge. Vooluallikana kasutatakse 6—12-voldilist autoakumulaatorit.

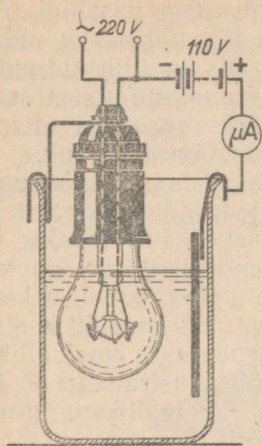
Tiiglit kuumutatakse tulel ettevaatlikult kuni naatriumleelise sulamiseni.

Sulatatud naatriumleelise elektrolüüsi tulemusena eraldub katoodiruumis — padrunikestas — metalliline naatrium, mis tõuseb sula elektrolüüdi pinnale. Kuna naatrium on keemiliselt väga aktiivne, siis põhjustab vähemgi lähteaine veesisaldus naatriumi ühinemist tekkimise momendil veega, mille tulemusena tekib elektrolüüsi katkestamisel naatriumhüdroksüüd ja vabaneb vesinik.

Tekkinud naatriumi terakesed eemaldatakse kiiresti pintsetiga hangunud elektrolüüdi pinnalt ning asetatakse õhuhapnikuga ühinemise vältimiseks petrooleumi sisse.

Naatriumi saamiseks naatriumi sooladest korraldatakse järgmised katsed. Kolmesaja milliliitri mahutavusega keeduklaasis valmistatakse küllastatud naatriumnitriti NaNO_2 vesilahus. Lahusesse asetatakse 15-vatine pikliku kujuga elektrilamp nii, et sokliosa koos lambipesaga oleks 10—15 mm lahuse pinnast kõrgemal. Et lamp püsiks lahuses, selleks kinnitatakse pesa traadist klambriga keeduklaasi serva külge. Nüüd ühendatakse 110-voldise alalisvoolu allika negatiivne poolus lambi ühe voolujuhtmega skeemi (joon. 49) kohaselt, kuna positiivne poolus ühendatakse läbi tundliku galvanomeetri või mikroampermeetri vedelikku asetatud süsielektroodiga.

Kui lamp ei põle, on galvanomeetri osuti nullseisus (tuleb jälgida, et lambi klaaskesta lahusest välja ulatuv osa oleks puhas ja kuiv). Niipea kui lülitatakse sisse lampi



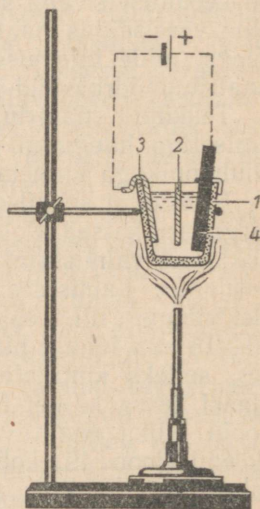
Joon. 49. Naatriumi saamine elektrilambi kolvis.

läbiv vool, kaldub galvanomeetri osuti nullseisust kõrvale, näidates mõne mikroamprilist voolutugevust.

Kui asetada elektrilamp naatriumnitriidi vesilahuse asemel tiigilisse, milles on sulatatud naatriumnitriid, siis on näha, et lambi klaaskolvi sees selle jahe-
damas soklilähedases osas sadeneb viimasele naatriumi kiht, mida on hiljem võimalik lambi kesta purustamise teel kätte saada. Ettevaatust! Ülalmainitud katse juures lõhkeb sageli lambi klaaskest tekkinud naatriumi aurude rõhu tagajärjel, seepärast on vajalik kasutada kaitsekilpi.

18. SEATINAKLORIIDI ELEKTROLUUS

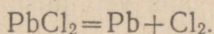
Seatinakloriidi elektrolüüsi abil eraldatakse metalliline seatina. Elektrolüüdiks on sulatatud seatinakloriid $PbCl_2$. Statiivi rõngale (joon. 50) asetatakse väike portselantiigel 1. Tiigli sisemus on jaotatud kahte ossa asbestpapist vaheseinaga 2, mis ei ulatu tiigli põhjani. Asetatakse kohale elektroodid — jäme raudtraat 3, mis on katoodiks ning söepulk 4, mis on anoodiks. Nüüd peenendatakse seatinakloriid ja täidetakse tiigel sellega kuni ääreni. Elektriga kuumutatavas tiigelahjus või gaasilegil sulatatakse seatinakloriid ja lülitatakse sisse elektrivool pingega 10—12 volti. Vool juhitakse läbi sulatatud seatinakloriidi umbes kahekümne minuti vältel. Pärast voolu katkestamist eemaldatakse elektroodid. Järgnevalt valatakse



Joon. 50. Seatina saamine sulatatud seatinakloriidi elektrolüüsil.

sulatatud mass plekkkarpi ja lastakse hanguda. Pärast hangumist purustatakse saadud mass haamriga.

Purustatud massi hulgas on elektrolüüsil eraldunud sea-tina teradena. Katset tuleb teostada tõmbekapis hea tõmbe käes, sest eraldub kloor. Elektrolüüsil eraldub Pb järgmise võrrandi kohaselt:



19. PILDI ELEKTROKEEMILINE ÜLEKANNE

Vasest, tsingist või valgevastest metallplaat, millele soovitakse elektrokeemilisel teel pilti üle kanda, peab olema väga sile. Selleks lihvitakse plaat. Elektrolüütiliseks töötlemiseks joodetakse plaadile külge ühendustraata, kusjuures jootekoht kaetakse lakiga. Metallplaadi pind vabastatakse rasvast rasva lahustavate vedelikkude, nagu bensiini, eetri ja bensooliga pesemise teel.

Vaskplaati puhastatakse hõõrumise teel kriidi ja 3%-lise kaalium- või naatriumhüdroksüüdi lahuse abil.

Pärast puhastamist pestakse plaat vees puhtaks ja kuivatatakse soojas kohas.

Järgnevalt kaetakse plaat valgustundliku emulsiooni-kihiga. Emulsioon valmistatakse järgmiste retseptide kohaselt:

1. Destilleeritud vett	100 ml,
nuuskpiiritust	10 ml,
munaalbumiini	10 g,
kalaliimi	20 g,
ammooniumdikromaati	5 g.

100 ml destilleeritud veele lisatakse 10 ml nuuskpiiritust erikaaluga 0,96, selles lahustatakse 10 g munaalbumiini ja 20 g puhast peenikest kalaliimi, kogu aeg segades. Viimase-na lisatakse 5 g ammooniumdikromaati. Kui lahus on val-mis, filtreeritakse see läbi märja vati.

2. Kalaliimi	100 g,
albumiini	10 g,
destilleeritud vett	300 ml,
ammooniumdikromaati	7 g,
nuuskpiiritust	20—30 tilka.

Esmalt lahustatakse ammooniumdikromaat osas vees, kuna ülejäänud vees lahustatakse albumiin, millesse lisa-takse kogu aeg segades kalaliimi, mida on soovitatav veidi

ette soojendada. Nüüd lisatakse varemvalmistatud ammooniumdikromaadi lahus ja filtreeritakse saadus läbi märiavati. Albumiini asemel võib kasutada kolme kanamuna valget. Munavalge kasutamisel võetakse vett 50 ml võrra vähem.

Munavalge vahustatakse ja lastakse mõni tund seista. Siis lisatakse vajalik hulk vett ja ammooniumdikromaadikalaliimi lahus.

Vastavalt ettevalmistatud ja puhastatud vaskplaadile valatakse plaati edasi-tagasi kallutades emulsioonisegu. Tuleb jälgida, et tekkiv kiht oleks ühtlane.

Peale kuivatamist soojas ja kuivas kohas asetatakse metallplaat koos negatiiviga kopeerimisraami alla ja valgustatakse päikese käes 2—10 minutit või kaudse päeva-valguse käes 10—30 minutit.

Pärast valgustamist ilmutatakse plaat puhtas vees. Tugevasti valgustatud alad ei lahustu vees, vähem valgustatud alad paljastuvad vastavalt valgustamise heledusele, kuna valgustamata alad täielikult lahustuvad.

Tekkinud pildi kvaliteedi kontrollimiseks asetatakse plaat metüülvioleti lahusesse (5—10 g metüülvioletti, 1000 ml vett; filtreerida läbi vati). Juba poole minuti pärast on nilt hästi nähtav. Seejärel kuivatatakse plaat. Edasi järoneb kihi põletamine leegi kohal (soovitav bensini põleti), kuni tekib šokolaadioruun värvus (vaskplaadi puhul). Tuleb hoiduda liigsest kuumutamisest, mis võib põhjustada emulsioonikihi eraldumist.

Järgnevalt puhastatakse pehme pintsliga söövitamiseks vabaks jäävad pildi osad. kusiures nii plaadi servad kui ka taotakülge kaetakse kattelakiga (emallakk).

Selliselt ettevalmistatud plaat asetatakse järgmisse lahusesse:

kontsentreeritud soolhapet	10 ml,
kaaliumdikromaati	50 g,
vett	900 ml.

Pärast mõneminutilist lahuses hoidmist pestakse plaat hoolikalt veega ja asetatakse anoodina vanni, mille elektroodideks vase puhul on lahjendatud (1:20) väävelhape. Valgevase puhul kasutatakse vasevitrioli küllastatud lahust. Katoodiks võib olla raudplekist plaat. Voolutugevus tuleb määrata katseliselt.

Protsessi jälgimiseks võetakse plaat aeg-ajalt vannist

välja ja kontrollitakse. Soovitud söövitussügavuse puhul võetakse plaat vannist välja ja pestakse hoolikalt veega ning seejärel eemaldatakse kriidilahuses kattedkiht harjaga.

Kui söövitatud metallplaadi pind ei ole küllalt puhas, asetatakse plaat mõneks sekundiks järgmisse lahusesse:

naatriumdikromaati	200 g,
kontsentreeritud väävelhapet	200 ml,
vett	1000 ml.

Pärast lahusest väljavõtmist loputatakse ning kuivatatakse plaat hoolikalt.

20. ELEKTROLÜÜTILINE GRAVEERIMINE

Elektrolüütilist graveerimist tuntakse juba võrdlemisi ammu. Sel menetlusel on keemilise söövitamisega võrreldes terve rida paremusi: ei teki tervistkahjustavaid gaase ega aure, on võimalik kerge vaevaga saada erinevaid graveerimissügavusi jne. Elektrolüütiliseks graveerimiseks kaetakse graveeritav metallplaat õhukese laki- või steariini kihiga. Teravaotsalise sullega joonistatakse laki- või steariini kihisse soovitud kuivundid, mille tulemusena joonte kohal metall paljastub. Järgnevalt puhastatakse paljastunud kohad piirituse, bensiini või ammoniaagiga, kusjuures toimatakse äärmise ettevaatusega, et kattedkihti mitte vigastada. Nüüd asetatakse töödeldud metallese vastavasse galvanilisse vanni. Nii paigutatakse näiteks vasest plaat vase tamisvanni. Ese kinnitatakse anoodlattice külge, kuna katoodina võib kasutada sütt või metallplekki. Kui soovitakse samal plaadil saada erineva sügavusega graveeringut, siis tuleb katoodplaat asetada graveeritava plaadi suhtes kaldu, nii et plaatide vahe oleks suurem seal, kus soovitakse saada madalamat graveeringut.

Vanni elektrolüüdiks võivad olla lahjendatud soolhape, väävelhape või isegi orgaanilised happed, nagu sidrunihape ja ka mõningate soolade lahused (näiteks vase soolade lahused).

Küllaldase harjutamise tulemusena saab nii valmistada mitmesuguseid ilusesemeid küllaltki lihtsalt, ilma eritööriistadeta. Niimoodi valmistatakse kiirelt ja kergelt nägusaid vasest nimesilte, mida võib hiljem üle nikeldada.

III OSA

GALVANOSTEEGIA

21. GALVANOSTEEGIA TÄHTSUSEST

Praktilise elektrokeemia tähtsamaid osi on galvanostee-
gia. Galvanosteegia tegeleb metallist valmistatud esemete
pinna katmisega elektrokeemilisel teel teiste metallidega.
Galvaanilist metallidega katmist kasutatakse esemetele
nägusama välimuse andmiseks kui ka atmosfäärilistele ja
keemilistele mõjudele suurema vastupidavuse saavutamiseks.
Metallide katmine elektrivoolu abil on juba võrdlemisi
ammu tuntud tehnikaharu.

Galvanotehnika, eriti galvanoplastika arendamisel on
suured teened Vene Teaduste Akadeemia liikmel Moritz
Jacobil, kes esimesena maailmas töötas välja galvanoplasti-
tiliste koopiate valmistamise viisi.

1840. aastal ilmus tema käsiraamat «Galvanoplastika»,
milles ta kirjeldas oma avastust lihtsalt ja selgelt ning esi-
tas oma arvukate, rangelt teaduslikul alusel sooritatud kat-
sete tulemused. Galvanoplastika leiutamisel oli ülisuur
praktiline tähtsus paljudes tööstusharudes, eriti aga polü-
graafiatööstuses. Galvanoplastikas rakendati elektrit esi-
mest korda tööstuslikuks otstarbeks.

Tänapäeval on hästisisustatud galvanotsehhidel suur
tähtsus meie tööstuses. Viimastel aastatel on galvanostee-
gia leidnud järjest suuremat kasutamist masinaehituses ja
aparaaditööstuses. Galvanosteegia kasutamise alad laiene-
vad iga päevaga.

Ärjargnevalt tutvume lähemalt galvanosteegiliste töö-
dega ja nende tööde teostamiseks vajalike abinõude ning
seadmetega.

22. GALVANOSTEEGILISTE TÖÖDE TEOSTAMISEKS VAJALIKUD ARVUTUSED

a. Elektrolüüsil eralduv metalli hulk

Galvanosteegias esinevad protsessid alluvad Faraday seadustele, mida käsitletakse pikemalt punktis 12. Faraday seadused väljenduvad valemina:

$$G = \alpha It,$$

kus G — eraldunud metalli hulk grammides,

I — vool amprites,

t — elektrolüüsi kestus tundides,

α — sadestatava metalli elektrokeemiline ekvivalent g/Ah.

Näide: Kui voolutugevus 2,5 amprit eraldas 2 tunni vältel 10 g vaske, siis 5-ampriline vool eraldab sama aja vältel kaks korda rohkem, s. o. 20 grammi vaske.

Aine elektrokeemilist ekvivalenti saab arvutada aatomkaalu ja valentsi järgi, kui on teada vesiniku elektrokeemilise ja keemilise ekvivalendi suhe, mis on $\frac{0,01044}{1,088} = 0,01036$.

Aine elektrokeemiline ekvivalent arvutatakse valemist:

$$\alpha = 0,01036 \cdot \frac{A}{n},$$

kus A — aine aatomkaal,

n — aine valents.

Aine elektrokeemiline ekvivalent oleneb ka sellest, mitme valentsena esineb aine antud ühendis.

Praktilisteks arvutusteks on sobiv kasutada elektrokeemilise ekvivalendi ühikuna $\frac{\text{gramm}}{\text{ampertund}} \left(\frac{\text{g}}{\text{Ah}} \right)$.

Alljärgnevas tabelis 10 on esitatud metallide elektrokeemilised ekvivalendid.

Selle tabeli abil on võimalik arvutada metalli hulka, mis eraldub teatud voolutugevusel ja elektrolüüsi kestusel, kusjuures tulemus saadakse tehnikas kasutatavates ühikutes.

Näide: Leida tsingi hulk grammides, mis eraldub elektrolüüsil 2 tunni vältel 4-amprilise voolutugevuse juures. Tabelist leiame, et tsingi elektrokeemiline ekvivalent on 1,219. Seega on eraldunud tsingi hulk

$$G = \alpha It = 1,219 \cdot 4 \cdot 2 = 9,75 \text{ g.}$$

Mõningate metallide elektrokeemilised ekvivalendid

Metall	Keemiline sümbol	Erikaal g/cm ³	Valents	Elektro-keemiline ekvi-valent g/Ah
Antimon	Sb	6,7	3	1,514
Arseen	As	5,7	3	0,932
Alumiinium	Al	2,7	3	0,338
Hõbe	Ag	10,5	1	4,025
Kadmium	Cd	8,6	2	2,097
Kroom	Cr	7,1	6	0,323
Koobalt	Co	8,8	2	1,099
Kuld (tsüaansoola lahuses)	Au	19,3	1	7,357
Kuld (happelises lahuses)	Au	19,3	3	2,452
Nikkel	Ni	8,9	2	1,095
Plaatina	Pt	21,4	4	1,821
Seatina (happelises lahuses)	Pb	7,3	2	2,214
Seatina (leelises lahuses)	Pb	7,3	4	1,107
Tsink	Zn	7,1	2	1,219
Vask (tsüaansoola lahuses)	Cu	8,9	1	2,372
Vask (happelises lahuses)	Cu	8,9	2	1,186

Voolutugevuse suhet eseme pindalasse nimetatakse voolutiheduseks. Voolutihedust δ mõõdetakse amprites ruut-detsimeetrite

$$\delta = \frac{I}{S} \left[\frac{A}{dm^2} \right],$$

kus I — voolutugevus amprites,
 S — pindala dm².

Mitte kogu voolutugevus ei lähe metalli eraldamiseks anoodilt. Selleks kulub vaid teatav osa, kuna ülejäänud osa kulub mitmesuguste kaasnähtuste, nagu vesiniku tekitamise jms. peale. Kasuteguriks voolu järgi nimetatakse faktiliselt elektrolüüsil eraldatud ainehulga suhet aine hulka, mis oleks pidanud eralduma Faraday seaduse põhjal. Vasevannide puhul on kasutegur voolu järgi 0,94—0,99, tsinkvannide puhul 0,75—0,85, kroomvannide puhul 0,12—0,15. Sageli antakse kasutegur voolu järgi ka protsentides, näiteks vase puhul 94—99%.

Kui asetada metallid nende soolade vesilahustesse, omandavad soolalahus ja metall teineteisest erineva potent-

siaali. Lahuse ja metalli vahelist potentsiaali nimetatakse kontakt- ehk tasakaalupotentsiaaliks.

Metalli ja lahuse vahel tekkinud potentsiaalide vahet pole otseselt võimalik mõõta. Mõõta saab kahe lahusesse asetatud metalli vahelist potentsiaali.

Metalli ja lahuse vahelist potentsiaali määratakse küllaltki keeruliselt, kusjuures kasutatakse teist, kokkuleppe kohaselt nullpotentsiaali omavat elektroodi (vesinik-elektroodi).

Kui asetame metallid tekkinud potentsiaali suuruse järele ritta, saame n. n. potentsiaalirea.

Potentsiaalirida võimaldab arvutada kahe elektrolüüdis asetseva metallist elektroodi vahelist elektromotoorset jõudu ja iseloomustab seal esinevate metallide lahustumisomadusi, mis on seda suuremad, mida negatiivsem on potentsiaal. Potentsiaalirea abil on võimalik määrata, mis-suguste metallidega on sobiv teisi metalle katta, et saada maksimaalset korrosioonikindlust.

Alljärgnevas tabelis on esitatud mitmesuguste metallide potentsiaali rida.

Tabel 11

Metallide potentsiaali rida

Metall	Ioonid lahuses	Potent-siaal	Metall	Ioonid lahuses	Potent-siaal
Liitium	Li ⁺⁺	-3,02	Tina	Sn ⁺⁺	-0,14
Kaalium	K ⁺	-2,92	Seatina	Pb ⁺⁺	-0,13
Naatrium	Na ⁺	-2,71	Vesinik	H ⁺	0,00
Magneesium	Mg ⁺⁺	-2,35	Räni	Si ⁺⁺⁺	+0,20
Alumiinium	Al ⁺⁺⁺	-1,34	Arseen	As ⁺⁺⁺	+0,30
Tsink	Zn ⁺⁺	-0,76	Vask	Cu ⁺⁺	+0,34
Kroom	Cr ⁺⁺⁺	-0,509	Elavhõbe	Hg ⁺⁺	+0,793
Raud	Fe ⁺⁺	-0,44	Hõbe	Ag ⁺	+0,808
Kadmium	Cd ⁺⁺	-0,40	Kuld	Au ⁺	+1,50
Koobalt	Co ⁺⁺	-0,255			
Nikkel	Ni ⁺⁺	-0,25			

Voolutihedusel on suur mõju metallikihi struktuurile. Kui teostatakse näiteks raua katmist tsingiga, siis saadakse väikese voolutiheduse, 0,2 A/dm² puhul võrgutaolise struktuuriga kattekiht. Kui suurendada voolutihedust 2—3 A/dm², saadakse hea, tihe ja peeneteraline kattekiht.

Edasisel voolutiheduse liigsel suurendamisel saadakse halv kvaliteediline, pulbritaoline kattekiht.

Elektrolüüsil saadav metallikate esineb kristalsel kujul. Heakvaliteedilise katte puhul on vajalik, et kristallid oleksid väikesed. Väikesed kristallid annavad läikiva katte, kuna suurte kristallide puhul on kate tuhm. Suurekristalliline kate tekib siis, kui kasutatakse väikest voolutihedust ja lahjat lahust, eriti kui viimast ei segata. Peenekristalliline kate saadakse voolutiheduse suurendamisel ja vastava metalli ionide kontsentratsiooni vähendamisel. Pulbritaoline sade tekib siis, kui katoodil eraldub vesinikku, mis ei lase kristalle kasvada. Et saada lühikese aja vältel paksu metallikihti, tuleb kasutada suure metallisisaldusega elektrolüüti, milles on suurte kristallide tekkimist takistavaid lisaineid.

Nikeldamisel saadakse häid resultaate voolutiheduse 0,6—0,8 A/dm² kasutamisel. Kasutades lahuse segajat, võib töötada mitu korda suurema voolutihedusega, mille tagajärjel väheneb loomulikult nikeldamiseks vajalik aeg.

Vanni temperatuuri tõstmine mõjub üldjoontes analoogiliselt lahuse segamisele. Liiga kõrge temperatuur omakorda soodustab vesiniku tekkimist, mis muudab tekkinud sademe pulbritaoliseks.

b. Kaetavate pindalade arvutamine

Galvaniseerimisel on vajalik teada eelkõige pindala suurust, mis tuleb elektrolüütilisel teel metalliga katta. Et arvutada mingi eseme pindala, selleks jagatakse ta üksikuteks tasapindadeks ja kujunditeks, millede pindalad arvutatakse eraldi.

Hiljem summeeritakse üksikud sisemised kui ka välimised väljaarvutatud pindalad.

Mitmesuguste geomeetriliste kujundite pindalade arvutamiseks on tabelis 12 toodud vajalikud valemid.

c. Voolutugevuse, elektrolüüsi kestuse ja kattekihi paksuse arvutamine

Kattekihi kaalu arvutamiseks kasutatakse järgmist valemit:


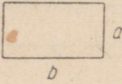
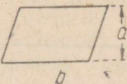
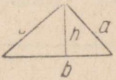
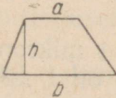



$$G = 10 \cdot S \cdot d\gamma,$$







kus G — kattekihiks oleva metalli kaal grammides,

S — elektrolüütilisel teel kaetava eseme pindala dm^2 ,
 d — metallikihi paksus millimeetrites,
 γ — kattemetalli erikaal g/cm^3 .

Tabel 12

Valemid pindalade arvutamiseks

	S — Täispindala	S_k — külgpindala
Ruut		$S = a^2 = \frac{1}{2} d^2$
Ristkülik		$S = ab$
Parallelogramm		$S = ab$
Kolmnurk		$S = \frac{bh}{2}$
Trapets		$S = \frac{a+b}{2} h$
Ring		$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$
Rõngas		$S = \pi (R^2 - r^2) = \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2)$
Ellips		$S = \pi ab$

Silinder		$S_k = 2\pi rh$
Toru		$S_k = 2\pi h (R+r)$ (sisemine pind + välimine pind)
Koonus		$S_k = \pi rl$
Kera		$S = 4\pi r^2 = \pi d^2$
Tüvi- koonus		$S_k = \pi l (R+r)$ $S = \pi [l (R+r) + R^2 + r^2]$
Kera- segment		$S_k = 2\pi rh$

Näide 1: Leida tsinkimisel saadud 1 mikronilise paksusega kattekihi kaal, kui eseme pindala on 1 m^2 ja tsingi erikaal 7,13.

$$\text{Kattekihi kaal } G = 10 \cdot 100 \cdot 0,001 \cdot 7,13 = 7,13 \text{ g.}$$

Näide 2: Leida kattekihi paksus mikronites ühe grammi metalli elektrolüütilisel sadestamisel 1 dm^2 suurusele pindalale.

Kui kattekihi paksus on 1 mikron, siis on ühe m^2 pindala katmiseks vaja metallihulka, mille kaal grammides võrdub metalli erikaaluga. Järelikult, sadestades metalli galvaanilisel teel 1 m^2 suurusele pindalale, saadakse katte paksuseks $d = \frac{1}{\gamma}$ mikronit.

• Et määrata katte paksust 1 grammi metalli sadestamisel 1 dm² suurusele pindalale, tuleb 100 jagada sadestatava metalli erikaaluga, saame: $d = \frac{100}{\gamma}$ mikronit.

Praktikas elektrolüütilisel teel metallide sadestamisel saadud metallihulgad ja kattekihi paksused (arvestades kasuteguri voolu järgi) on toodud tabelis 13.

Tabel 13

Ühe ampertunni toimel tekkiva kattekihi iseloomustus

Kattekiht	Kattekihi kaal g	Ühe dm ² ja ühe μ paksuse kattekihi kaal g	Ühel dm ² tekkiva kattekihi paksus μ
Hõbe	4,10	0,105	35,0
Kroom	0,03	0,065	0,5
Kuld	4,8	0,135	35,6
Nikkel	1,09	0,088	11,4
Tina (kahe valentne)	2,00	0,073	27,4
Tina (nelja valentne)	1,00	0,073	13,7
Tsink (happesest elektrolüüd-ist)	1,20	0,071	16,5
Vask (happesest elektrolüüd-ist)	1,19	0,089	13,4

Kasutades elektrolüüsi põhilisi seadusi, saab lahendada väga mitmesuguseid tööstuslikus tootmises vajalikke ülesandeid.

Kattekihi paksus, galvaniseerimise aeg ja voolutihedus arvutatakse järgmiste valemite abil.

Kihi paksus d :

$$d = \frac{V}{10S} = \frac{G}{10S\gamma} = \frac{dIt\eta_k}{10S\gamma} = \frac{\alpha St\eta_k}{10\gamma} [\text{mm}].$$

Eseme galvaniseerimisvannis viibimise aeg t :

$$t = \frac{G}{\alpha \cdot I\eta_k} = \frac{10 S d\gamma}{\alpha I\eta_k} = \frac{10d\gamma}{\alpha\delta\eta_k} [\text{tundi}].$$

Voolutihedus δ :

$$\delta = \frac{10 \cdot d\gamma}{\alpha t\eta_k} [\text{A/dm}^2].$$

Kasutegur η_k järgi

$$\eta_k = \frac{10 \cdot d}{t}$$

Esitatud valemities tähistavad vastavad tähed järgmisi suurus:

- t — galvaniseerimise aeg tundides,
- d — kattekihi paksus millimeetrites,
- δ — voolutihedus A/dm²,
- η_k — kasutegur voolu järgi,
- γ — kattemetalli erikaal g/cm³,
- α — elektrokeemiline ekvivalent g/Ah,
- V — kattekihi ruumala cm³,
- S — eseme pindala cm²,
- I — voolutugevus A.

Esitatud valemite abil on arvatud tabelid 14, 15 ja 16, kus on toodud andmed metallide galvaanilisel teel sadestamise kiiruste ja voolutiheduste kohta. Selliseid tabeleid kasutatakse sageli tööstuslikul galvaniseerimisel.

Tabel 14

Galvaniseerimise kestus tsinkimisel happese elektrolüüdiga ($\eta_k = 0,92$)

Kattekihi paksus μ	Galvaniseerimise kestus minutites ja voolutihedus A/dm ²			
	1,0	2,0	3,0	4,0
1	3,75	1,87	1,25	0,93
2	7,50	3,75	2,50	1,85
3	11,25	5,62	3,75	2,78
4	15,00	7,49	5,00	3,70
5	18,75	9,36	6,25	4,65
6	22,50	11,25	7,50	5,55
7	26,25	13,10	8,75	6,48
8	30,00	14,97	10,00	7,40
9	33,75	16,85	11,25	8,33
10	37,50	18,70	12,50	9,25
20	75,00	37,50	25,00	18,50
30	112,50	56,25	37,50	27,75

Galvaniseerimise kestus vasetamisel happese elektrofüüdiga ($\eta_k=1,00$)

Kattekihi paksus μ	Galvaniseerimise kestus minutites ja voolutihedus A/dm ²			
	2,0	2,5	3,0	3,5
1	2,25	1,8	1,5	1,29
2	4,50	3,6	3,0	2,57
3	6,75	5,4	4,5	3,86
4	9,00	7,2	6,0	5,14
5	11,2	9,0	7,5	6,43
6	13,5	10,8	9,0	7,72
7	15,8	12,6	10,5	9,00
8	18,0	14,4	12,0	10,3
9	20,3	15,2	13,5	11,6
10	22,5	18,0	15,0	12,9
20	45,0	36,0	30,0	25,7
30	67,5	54,0	45,0	38,6
40	90,0	72,0	60,0	51,5
50	112,0	90,0	75,0	64,3

Tabel 16

Galvaniseerimise kestus nikeldamisel ($\eta_k=0,95$)

Kattekihi paksus μ	Galvaniseerimise kestus minutites ja voolutihedus A/dm ²			
	0,75	1,0	1,5	2,0
1	7,5	5,0	3,57	2,5
2	15,0	10,0	7,50	5,0
3	22,5	15,0	11,25	7,5
4	30,0	20,0	15,00	10,0
5	37,5	25,0	18,7	12,5
6	45,0	30,0	22,5	15,0
7	52,5	35,0	26,2	17,5
8	60,0	40,0	30,0	20,0
9	67,5	45,0	33,7	22,5
10	75,0	50,0	37,5	25,4
20	150,0	100,0	75,0	50,7
30	225,5	150,0	112,0	76,1
40	300,0	200,0	150,0	101,0
50	375,0	250,0	187,0	127,0

Näide 1: Soovitakse nikeldada eset, mille pindala $S=250 \text{ dm}^2$, 10 mikroni paksuse kihiga, kusjuures kasutegur voolu järgi $\eta_k=0,9$, nikli erikaal $\gamma=8,8$ ja elektrokeemiline ekvivalent $\alpha=1,095$. Milline peaks olema voolutugevus, et nikeldamisprotsessi kestus oleks 45 minutit?

Vajalik voolutihedus δ :

$$\delta = \frac{10 \cdot d\gamma}{\alpha t \eta_k} = \frac{10 \cdot 0,01 \cdot 8,8}{1,095 \cdot 0,75 \cdot 0,9} = 1,19 \text{ [A/dm}^2\text{]}.$$

Vajalik voolutugevus I :

$$I = \delta S = 1,19 \cdot 250 = 298 \text{ A.}$$

Vajalik aeg t :

$$t = \frac{10 \cdot d\gamma}{\alpha \delta \eta_k} = \frac{10 \cdot 0,025 \cdot 8,8}{1,095 \cdot 1,5 \cdot 0,98} = 1,37 \text{ tundi}$$

ehk 82 minutit.

23. VOOLUALLIKAD.

a. Üldandmed

Galvaniseerimiseks on vaja alalisvoolu.

Tööstuslikes galvaniseerimistehhides kasutatakse vooluallikatena pöörlevaid umformereid ja mitmesuguseid alaldajaid. Väiksemates seadmetes kasutatakse kuiv- ja elektronlampalaldajaid, mis on kohandatud galvaniseerimiseks vajalike suhteliselt madalate pingete ja tugevate voolude saamiseks.

Tööstuslikult toodetakse meil umformereid pingele 6, 9 ja 12 volti, voolutugevusega 250—10 000 amprit. Seleen ja vaskoksüüd kuivalaldajaid toodetakse meil 12-voldise ja kuni 600-amprilise voolu saamiseks.

Amatööre ja tehnikaringe peaks rahuldama seleenalaldaja, mis võimaldab 6-voldise pinge juures kuni 12-amprilist voolutugevust ja 12-voldise pinge juures 7-amprilist voolutugevust.

Selliseid alaldajaid kasutatakse autoakumulaatorite laadimiseks. Vooluvõrgu puudumisel kasutatakse vooluallikatena akumulaatori või galvaani elementidest koostatud patareisid.

Väga sobivaks vooluallikaks amatöörgalvanotsehhi otstarbeks on 6-voldirite, 60—120-ampertunnine autoakumu-laator. Kohtadel, kus esineb suuri võrgupinge kõikumisi, tuleb samuti kasutada akumulaatorpatareid koos alalda-jaga. Akupatareil on neil juhtudel pingeregulaatori osa.

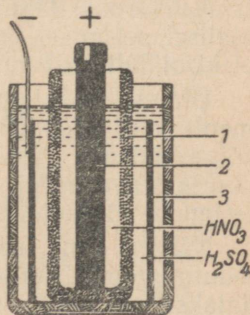
Galvaani elemente on soovitatav kasutada ainult erand-juhtudel, näit. demonstratsioonidel, kuna neist saadav elektrivool on hinnalt kõige kallim. Väiksemaid esemeid, nagu üksikuid naelu ja kruvisid, on võimalik galvanisee-rida, kui kasutada taskulambi patareisid või telefoni ele-mente. Loomulikult ei ole niisugune galvaniseerimine vähemalgi määral majanduslik. Häid tulemusi saab suure mahtuvusega raadio küttepatareide kasutamisel, kuid seegi viis on ebamajanduslik.

Amatööriile pakub suurt huvi isevalmistatud galvaani elementidega töötamine. Mõningaid elementide tüüpe, näi-teks bunseni elemente, võib sobiva suuruse puhul kasu-tada hea eduga vooluallikaks. Küllalt suurte elektroodi-pindade puhul annavad sellised elemendid amatöörtöödeks piisava tugevusega voolu. Seetõttu ei ole üleliigne peatuda mõningate kergemini valmistatavate elementitüüpide juures.

b. Bunseni element

Bunseni elemendil on elektrodideks süsi ja tsink. Posi-tiivseks elektrodiks olev söepulk asetseb kontsentreeritud lämmastikhappes (HNO_3), kuna nega-tiivne elektrod tsink lahjendatud väävelhappes (H_2SO_4). Elemendi ehi-tus on skemaatiliselt esitatud jooni-sel 51. Hapete segunemise vältimi-seks on nad eraldatud poorse, savist silindriga 1. Süsi 2 on positiivseks ja tsink 3 negatiivseks elektrodiks.

Elemendi isevalmistamisel on soo-vitav kasutada vanadest raadio kütte-patareidest eraldatud süsielektroode. Poorse diafragmana kasutatakse gla-suurimata savist anum, sobiva puu-dumisel saab seda savist ka ise val-mistada. Vastav glasuurimata anum on soovitatav mõnest keraamikatööstusest tellida. Tsinkelektrood valmistatakse



Joon. 51. Bunseni element.

võimalikult paksust tsinkplekist ja varustatakse parema kontakti saamiseks külgetinutatud vaskjuhtmega. Kui ei leidu küllaldase jämedusega süsielektroodi, siis võib kasutada mitut kokku ühendatud s õ e p u l k a.

Anumaks on soovitatav kasutada mõnda paksemast klaasist sobiva läbimõõduga klaaspurki.

Tänu väikesele sisetakistusele annab element teistega võrreldes suhteliselt tugevat voolu. Elemendi elektromotoorne jõud on 1,8—1,9 volti.

Kirjeldatud elemendi üheks suureks puuduseks on asjaolu, et selles toimuva elektrokeemilise protsessi tulemusena vabaneb lämmastikdioksüüd, mis on väga mürgine (esmaabi vt. p. 10). Seetõttu võib elementi kasutada vaid hea ventilatsiooni juures, kusjuures on soovitatav, et elemendid ei asuks galvaniseerimisvanniga ühes ruumis.

c. Vanadest telefonielementidest ja raadio küttepatareidest valmistatavad elemendid

Nagu praktika on näidanud, laguneb toimuva protsessi tulemusena l e c l a n c h é tüüpi kuivelementides kõigepealt tsinkelektrood.

Süsielektrood ei vanane kunagi, seda ümbritsev depolarisaator — mangaandioksüüd on aga peaaegu alati peale tsinkelektroodi lagunemist veel küllaltki kõlbulik. Pikemaajalisel seismisel on elemendi riknemise põhjuseks sageli elektrolüüdi kuivamine.

Ülalesitatud tegureid arvestades võib peaaegu iga elementi veel pikemaks ajaks töökorda seada. Selleks on kõige lihtsam asendada läbikulunud tsinkkest uuega ja muuta kuivelement uude elektrolüüti asetamisega märjaks leclanché elemendiks.

Näitena on toodud kuiva telefonielemendi ЭСЛ-30 muutmine märjaks leclanché elemendiks. Kõigepealt eemaldatakse elemendi ümbert papist kest. See eemaldatakse kontrollitakse elemendi tsinkelektroodi seisukorda. Kui selgub, et suurem osa elemendi tsinkelektroodist on lagunenud, siis eraldatakse ta ettevaatlikult noa või kruvikeeraja otsaga täielikult. Kui tsinkelektrood on suhteliselt terve, s. t. esinevad vaid mõned valkjaks muutunud pehmed kohad,

siis eraldatakse ettevaatlikult noa abil elementi kattev pigimass ning selle all olev papist kate. Seejärel asetatakse element mõneks tunniks leigesse vette ligunema.

Veest võetud elemendil eraldatakse ettevaatlikult seest välja lõmmates mangaandioksüüdiga täidetud kotike. Järgnevalt puhastatakse nii tsinkkest kui ka kotike kuivanud elektrolüüdi jäämustest. Enamail juhtudel on tsinkkest muutunud sedavõrd auklikuks, et see ei pea enam kinni vedelat elektrolüüti — salmiaagi (NH_4Cl) vesilahust, mistõttu uuesti kokkupandud element tuleb asetada klaaspurki, milleks sobib 0,5-liitrine konservipurk.

Elektrolüüdiks on järgmine lahus:

ammooniumkloriidi, salmiaaki NH_4Cl	25%,
puhast keedetud vett	75%.

Valmis element täidetakse kuni tsinkelektroodi servani elektrolüüdiga. Tsinkelektroodi täieliku kulumise korral asendatakse ta uuega.

Nii valmistatud märgelemendi elektromotoorne jõud on küll veidi väiksem kui kuivelemendi oma, 1,4 volti 1,5 voldi vastu, kuid olenevalt depolarisaatori seisukorrast võib ta veel pikemat aega normaalselt töötada.

Vee auramise vältimiseks on soovitatav elektrolüüdi pind katta mõne millimeetri paksuse vaseliinõli kihiga.

d. Kupron ehk vaskoksüüdelement

Isevalmistamiseks ja lihtsa käsitamise tõttu on üheks paremaks kupron ehk vaskoksüüdelement. Kupron elemendi juures on positiivseks elektrodiks oksüdeeritud vask, kuna negatiivseks elektrodiks on tsink. Elektrolüüdiks on 20%-line naatriumleelise lahus. Elektrodid on plaadikujulised, seelõttu on purgina soovitatav kasutada vanade raadioakude klaasist või kõvakummist purke. Kuna elemendi sisetakistus on väike, siis annab seda tüüpi element juba õige mõõdukate dimensioonide juures tugevat voolu, kusjuures tööpinge on 0,8 volti. Elemendi pinge on kaunis konstantne.

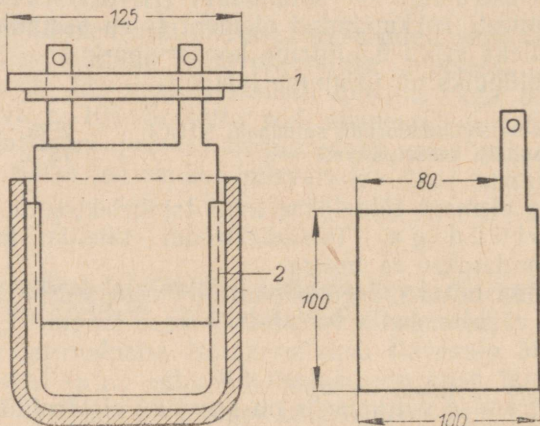
Elemendi isevalmistamiseks muretsetakse kõigepealt 2-voldise raadioaku purk ja võimalikult paksu tsink- ja vaskplekki.

Tsink- ja vaskplekist lõigatakse plekikäärdega välja

kolm plaati, kaks tsinkplekist ja üks vaskplekist. Plaatide kuju ja suurus on antud joonisel 52.

Plaatide külge on väljalõikamisel jäetud ribad elemendi klemmide jaoks.

Järgnevalt oksüdeeritakse vaskplaat punktis 42 toodud menetluste järgi. Elemendi katmiseks valmistatakse kahest vineeritükist kaas 1, mis on varustatud kolme väljalõikega plaatide külge jäetud ribad väljaviimiseks. Ribade otstesse



Joon. 52. Kupron ehk vaskoksüüd element.

puuritakse augud, mis varustatakse poldi ja mutriga. Tsinkplaatide küljest väljatoodud ribad ühendatakse poldiga kokku.

Plaate kaane külge ei kinnitata — need asetsevad vabalt akupurgis olevate soonte 2 vahel, toetudes purgi põhjale, vaskplaat keskel. Valmis element täidetakse elektrolüüdiga (20%-line naatriumhüdroksüüdi lahus) sel määral, et see ulatuks 1 cm üle plaatide.

Auramise vältimiseks soovitatakse elektrolüüt katta mõne millimeetri paksuse vaseliinõli või petrooleumi kihiga. Nüüd suletakse element kaanega (soovitav on vineer katta asfalkakiga või parafiinis immutada) ning ühendatakse klemmkruvid. Sellega on element töövalmis.

Kui element ei anna kohe pinget, tuleb klemmid ühendada mõneks sekundiks lühisesse.

Musta vaskoksüüdiga kaetud vaskplaat muutub ele-

mendi tühjenemisel punaseks, mis ongi elemendi tühjenemise tunnuseks.

Vaskelektroodi uuesti töökõlvuliseks muutmiseks võetakse see välja, mähitakse paberisse ja pannakse sooja kohta mõneks päevaks kuivama. Seejärel asetatakse plaat mõneks tunniks tulisesse praeahju.

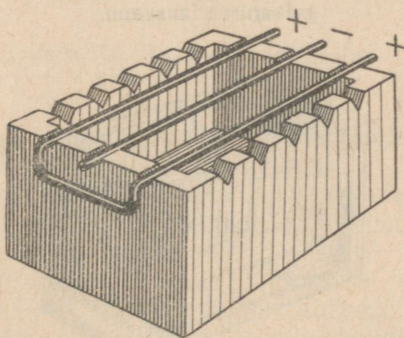
Sellega tekitatakse uus oksüüdikiht. Tööseisakute vältimiseks on soovitatav iga elemendi jaoks valmistada kaks vaskplaati — tagavara- ja tööplaat.

Vaskplaadi oksüdeerimisel asendatakse iga kord ka elektrolüüt värskega.

Värskelt koostatud elemendil on esialgne pinge 1,0—1,1 volti, mis elemendi koormamisel langeb üsna ruttu 0,8 voldini.

24. GALVANISEERIMISVANNID

Tööstuses kasutatakse otstarbest olenevalt väga mitmesuguse ehitusviisiga galvaniseerimisvanne.

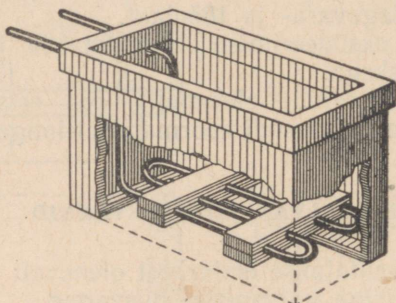


Joon. 53. Lihtne galvaniseerimisvann.

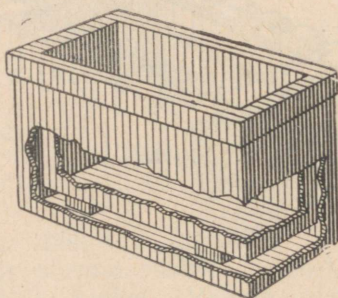
Galvaniseerimisvannid valmistatakse happe- ja leelise-kindlatest materjalidest, nagu klaasist, kõvakummist, keraamilistest ainetest, emaileeritud rauast või terasest, plastmassidest (viniplast) ning isegi puust. Puust vannid varustatakse tinast voodriga.

Joonisel 53 on esitatud lihtne kõvakummist valmistatud galvaniseerimisvann. Vanni servad on anood- ja

katoodlattide paigutamiseks varustatud õnarustega. Joonisel esitatud vannil on anoodid paigutatud nii, et need ümbritsevad kahelt poolt galvaniseeritavaid esemeid. Seda tüüpi vanni on tehnikaringidel lihtne valmistada vanast autoakumulaatori purgist, millest vaheseinad on eemaldatud. Taolise vanni valmistamist on kirjeldatud hiljem pikemalt.



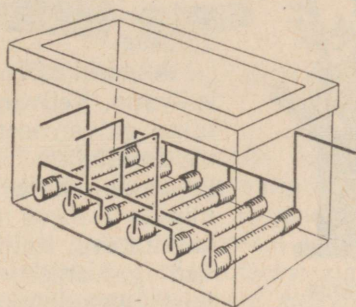
Joon. 54. Auruga soojendatav galvaniseerimisvann.



Joon. 55. Veesärgi abil soojendatav galvaniseerimisvann.

Moodsad galvaniseerimisvannid varustatakse lahuse soojendamiseks või jahutamiseks vastavate seadmetega. Joonistel 54 ja 55 on näidatud moodsad keraamilised galvaniseerimisvannid, milledest esimene on varustatud vanni põhjas asuva aurutorustikuga. Torustikust juhitakse vanni soojendamiseks läbi aur või kuum vesi. Sama torustikku võib kasutada ka vanni jahutamiseks. Sel juhul juhitakse

torudesse külm vesi. Teisel vannil on kahekordsed seinad, millede vahel tsirkuleerib soe või külm vesi. Moodsad vannid on varustatud veel ümber vanni servade kulgeva ventilatsiooni torustikuga. Sellega välditakse tervistkahjustavate gaaside sattumist tööruumi. Kõige lihtsamalt toimub elektrolüüdi soojendamine elektriga. Selleks asetatakse vanni vastavad happekindlatesse kestadesse suletud küttekehad. Niisuguse tööstuses kasutatava vanni ehitus on näidatud joonisel 56.

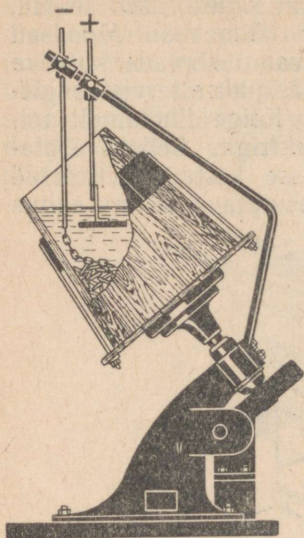


Joon. 56. Elektriga soojendatav galvaniseerimisvann.

Elektrolüüdi segamist vannis teostatakse kahel viisil — pneumaatiliselt ja mehaaniliselt. Pneumaatilisel segamisel puhutakse läbi elektrolüüdi aukudega varustatud toru abil õhku, mis paneb elektrolüüdi liikuma. Enne vannipuhumist õhk filtreeritakse.

Pneumaatilisel segamisel vajatakse õhku rõhuga 0,5—1,0 atmosfääri. Tööstuses surutakse õhk kompressorite abil kokku ja juhitakse torude kaudu vannidesse. Poolautomaatvannid on varustatud ka elektrolüüdi filtreerimiseseadmega, mis koosneb elektrimootori abil käitavast pumbast ning vastavast filtrist. Mehaanilise viisi juures segatakse elektrolüüdi vannis seinte läheduses eriliste segajate abil.

Väikeste esemete, nagu peenikeste kruvide, mutrite jm. galvaniseerimiseks, millede ülesriputamine katoodlattide külge nõuab palju aega, kasutatakse erilise ehitusega, nn. trummel- ja kellvanne. Trummelvanni puhul asetatakse galvaniseeritavad esemed metalltrummlisse, mis on ühendatud katoodiga.



Joon. 57. Kellvann.

Trumlit võib soovikohaselt vastava seadme abil vannist välja tõsta või sisse lasta. Anoodid on asetatud kahele poole trumlit. Et saavutada ühtlast ja kiiret esemete galvaanilist katmist, selleks pannakse trummel elektrimootori abil aeglaselt pöörlema. Pärast galvaniseerimise lõpetamist tõstetakse trummel vannist välja ja tühjendatakse.

Joonisel 57 on kujutatud kellvann. Kellvanni puhul asetatakse galvaniseeritavad esemed elektrolüüdiga täidetud kella-kujulisse pöörlevasse anumasse, mis on vastava mehhanismi abil kallutatav. Katoodi moodustavad galvaniseeritavad esemed, mis ühendatakse vooluallika

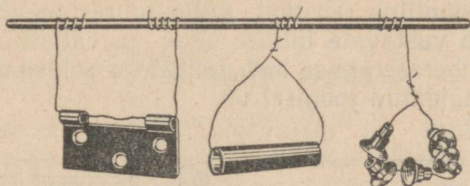
negatiivse poolusega erilise kontaktseadme abil. Anoodplaat asetatakse elektrolüüti vastava statiivi abil. Galvaniseerimise lõpetamisel eemaldatakse vannist anood ja vanni kallutades valatakse elektrolüüt välja teise vastavasse anumasse. Seejärel eemaldatakse vannist galvaniseeritud esemed ja protsess võib pärast vanni elektrolüüdiga täitmist ja elektroodide kohaleasetamist uuesti alata.

Sageli kasutatakse ka õige väikseid kellvanne, mis asetatakse töölauale.

Kui soovitakse galvaniseerida massartikleid, mis oma konstruktsiooni tõttu ei talu üksteise vastu hõõrdumist, nagu see on vältimatu trummel- ja kellvannide puhul, siis kasutatakse kiikvanne.

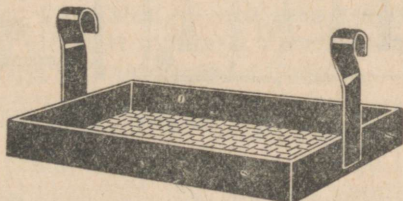
Kiikvannide juures on trummel või kell asendatud isoleerivast materjalist valmistatud alt võrekujulise kopaga, mida võib soovikohaselt koos galvaniseeritavate esemetega vanni asetada või sealt välja tõsta. Vastava ülekandemehhanismi abil pannakse elektrolüüti asetatud kopp kiikuma. Anoodid asetatakse ümber kopa vanniseinte äärde ja ka kopa sisse. Vooluallika negatiivne poolus ühendatakse galvaniseeritavate esemetega erilise kontaktseadme abil. Kiikvanne kasutatakse väga laialdaselt.

Peale ülalkirjeldatud, metallide galvaaniliseks katmiseks kasutatavate vannitüüpide on veel terve rida spetsiaaltöödeks ettenähtud vanne, millede kirjeldamine ei kuulu aga käesoleva raamatu raamidesse.



Joon. 58. Detailide riputamine vanni.

Tavaliste galvaniseerimisvannide kasutamisel riputatakse esemed vasest, niklist või valgevasest traadi abil katoodlati külge, nagu näidatud joonisel 58. Väiksemate, õõnsustega esemete galvaniseerimisel asetatakse viimased riputustraadile. Galvaniseerimisprotsessi ajal tuleb hoolega vältida esemete kokkupuudet vanni anoodidega, mis põhjustab lühist.



Joon. 59. Galvaniseerimisel kasutatav sõel.

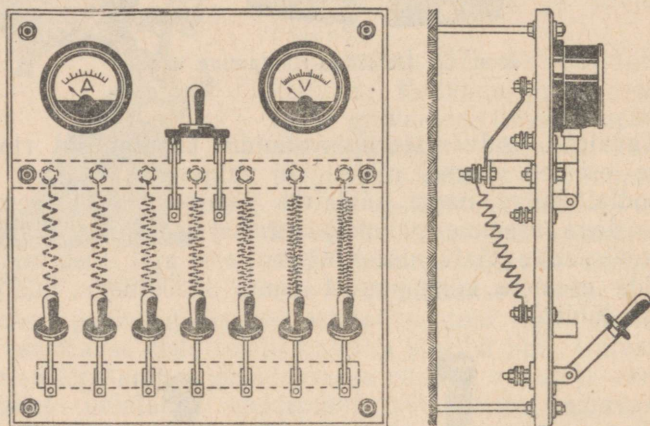
Edukalt saab galvaniseerida pisiesemeid ka tavalises vannis. Selleks kasutatakse vastavaid isoleerainest sõelu, kuhu asetatakse esemed. Elektriline kontakt esemetega luuakse sõela põhjale asetatud traadi või plekiriba abil, mille ots kinnitatakse katoodlati külge. Galvaniseerimise ajal on soovitatav sellist traati või riba pidevalt liigutada, millega tagatakse esemete ühtlasem kattumine. Kasutatav sõel on kujutatud joonisel 59.

Vanni pinge ja voolutugevuse mõõtmiseks kasutatakse

lülituskilbile monteeritavat tüüpi volt- ja ampermeetreid. Mõõtepiirkonna laiendamiseks varustatakse voltmeeter eel-takistitega ja ampermeeter šuntidega.

Vanni voolutugevust reguleeritakse reostaadi abil.

Valmistamise lihtsuse ja töötamiskindluse mõttes on sobiv sektsiooniline reostaat, mille juures takistuse muutmine toimub vastavate lülitite sisse- ja väljalülitamise või pistikute ümberasetamise teel. Lülititega sektsiooniline lülituskilp on näidatud joonisel 60.



Joon. 60. Lülititega sektsiooniline lülituskilp.

Vanni voolu sisse- ja väljalülitamiseks kasutatakse lülitit. Väiksemate voolutugevuste puhul, nagu need esinevad amatöörseadmetes, võib kasutada ka tavalisi võrgulüliteid. Sobivaim lülititüüp on kahepoolne vinnaklülit, mille isevalmistamine mõninga lukksepatöö oskuse puhul ei ole raske.

Tööstuslikul galvaniseerimisel esinevad sageli suhteliselt suured voolutugevused, ulatudes sadadesse ampritesse.

Et vältida toitevõrgus ebasoovitavaid pingelange, selleks valitakse vooluvõrk küllaldase põiklõikega vask- või alumiiniumjuhtmetest.

Vooluvõrgu juhtmed ühendatakse vannide anood- ja katoodlattidega, mis enamasti on valmistatud ümarprofiiliga vasest või valgevasest.

Vanni voolulattide läbimõõt on tavaliselt 8—25 milli-

meetrit ja nad ühendatakse juhtmetega mitmesuguste klem-
mide abil.

Et vältida voolukadusid ja vannide töörežiimi häirivaid kõrvalmõjusid, selleks isoleeritakse vannid maapinnast kas kummist, portselanist või kivist isolaatorite abil.

25. VANNI ERIKAAL

Vanni erikaaluks, tiheduseks või kontsentratsiooniks nimetatakse praktikas vannis asuva elektrolüüdi erikaalu, tihedust või kontsentratsiooni, mida mõõdetakse areomeetriga. Vanni erikaalu määramiseks täidetakse mõõtsilinder vannist võetud elektrolüüdiga ning asetatakse sellesse areomeeter, mille skaalalt loetakse vastav erikaalu väärtus.

Vanni kontsentratsiooni hinnatakse peale erikaalu ka nn. Beaumé kraadide järgi. Selleks kasutatakse vastavaid areomeetreid, mis on gradueeritud erikaalu asemel Beaumé kraadides ($^{\circ}\text{Bé}$).

Vanni erikaalu põhjal võib otsustada vanni elektrolüüdi seisukorra üle. Värske vanni juures püsib erikaal pikemat aega ühesugusena või muutub õige vähe. Kui aga vanni on mõni aeg kasutatud, esineb juba märgatavaid kontsentratsiooni ja erikaalu muutusi. Vanni erikaalu muutusi põhjustavad väga mitmesugused asjaolud.

Elektrolüüdi kontsentratsiooni suurenemine võib olla tunnuseks, et elektrolüüt on vananenud ja selles on elektrokeemiliste protsesside toimel tekkinud ja lahustunud kõrvalisi keemilisi ühendeid, mis segavad vanni normaalset tööd.

Vanni erikaalu tõusu võib põhjustada ka vee väljaauramine elektrolüüdist. Vanni erikaalu langus võib olla tingitud liigest lahustaja, s. o. vee juurdelisamisest vanni.

Tihedas seoses elektrolüüdi erikaaluga on vanni takistus, mis väheneb koos elektrolüüdi kontsentratsiooni tõusuga. Vanni takistusest oleneb omakorda vannile normaalseks tööks vajalik elektromotoorne jõud. Mida suurem on vanni takistus, seda kõrgemat pinget vajatakse selleks, et saavutada eeskirjadega ettenähtud vajalikku voolutihedust.

Väikesed vanni erikaalu muutused (kuni 20%) ei häiri vanni normaalset töötamist ega nõua rakendatava pinge järelreguleerimist.

Kui vanni hooldatakse eeskirjade kohaselt, välditakse

liigsel hulgal ebasoovitavate soolade sattumist elektrolüüti ja hoidutakse tarvitamast alaväärtuslikke kemikaale, püsib vanni erikaal pikemat aega lubatud piirides.

26. ELEKTROLOÜDI HAPPEUS

Lahuste happesusel on suur tähtsus galvanosteegiliste tööde teostamisel. Galvanotehnikas väljendatakse lahuste happesust (samuti ka leelisust) vesiniku ionide kontsentratsiooni ühikutes. Viimast tähistatakse pH (vesinikuarvu) abil.

Tabelis 17 on antud elektrolüütide pH arvud koos viimaste iseloomustusega.

Tabel 17

Vesiniku ionide kontsentratsioon ja lahuste iseloomustus

Lahuse reaktsioon	Vesiniku ionide kontsentratsioon	Lahuse reaktsioon	Vesiniku ionide kontsentratsioon
Tugevasti happeline	pH=1 pH=2 pH=3	Nõrgalt leeline	pH=8 pH=9 pH=10
Nõrgalt happeline	pH=4 pH=5 pH=6	Tugevasti leeline	pH=11 pH=12 pH=13
Neutraalne	pH=7		pH=14

Kõige täpsemalt määratakse lahuse pH väärtus potentiomeetrilise tiitrimise abil.

Tööstuses kasutatakse lihtsustatud, kuid küllaldase täpsusega meetodeid. Üheks selliseks meetodiks on pliiaatskolorimeeter meetod. Selle meetodi abil võib määrata pH arvu 1,2—6,6-ni ja 6,6—12,6-ni.

Klaasile asetatakse filterpaber, millele kantakse klaaspulga abil tilk lahust. Seejärel tõmmatakse erilise pliiaatsiga paberile kriips ja leitakse vastaval värviskaalal saadud värvusega ühtiv värvus, millele vastav arv ongi pH väärtus. Värviliste lahuste puhul on kolorimeetria rakendamise raske.

Kõige käepärasemaks pH väärtuse määramiseks niklivannide puhul on broomkresooli lahus — indikaator. Kat-

seklaasi valatakse veidi vanni elektrolüüti ja lisatakse tilk broomkresooli. Olenevalt elektrolüüdi happesuse astmest, muutub lahuse ülemise osa värvus. Hapu elektrolüüt, mille $\text{pH}=4,5-5,0$, põhjustab lahuse muutumist kollaseks. Kui $\text{pH}=5,0-6,0$, värvub elektrolüüt rubiinpunaseks, kui $\text{pH}=6,0$ või enam, värvub elektrolüüt tumesiniseks.

Praktikas kasutatakse pH arvu määramiseks indikaatorpaberi komplekte koos vastavate värviskaaladega, millede abil võrreldakse indikaatorpaberite värvust.

Tsinkimisel hapus vannis kasutatakse paberit, mis on immutatud kongopunase lahusega. Selle vanni juures vajatakse pH arvu $4,0-5,0$. Sellise happesuse juures muutub vastavalt valmistatud indikaatorpaber tugevalt siniseks.

Lakmuspaberi abil on raske määrata väikseid happesuse muutumisi. Sinise lakmuspaberi puhul tähendab sirelilivärvilisest roosaka toonini üleminek seda, et $\text{pH}=5,5-6,0$. Roosa lakmuspaberi muutumine nõrgalt siniseks on tunnuks, et $\text{pH}=6,6-6,8$.

Vannide retseptidele lisatakse peaaegu alati pH arv, mille juures vann töötab normaalselt.

Praktikas on eriti oluline õige pH arv nikeldamise ja tsinkimise juures. Nii töötatakse näiteks nikeldamisel peamiselt nõrgalt-hapude elektrolüütidega, millede happesuse näitaja $\text{pH}=5,2-5,8$.

27. ANOODID

Anoodide külge ühendatakse galvanosteevias vooluallika positiivne poolus. Anoodid valmistatakse metallist, millega soovitakse katta katoodina vanni riputatud metalliset. Need peavad olema keemiliselt väga puhastest metallidest. Kui tahetakse teostada kõrgekvaliteedilist galvaanilist metallidega katmist, tuleb pidevalt hoolitseda anoodide korrashoiu eest.

Selleks, et saavutada ühtlast voolujaotust galvaniseeritava eseme ümber, valitakse anoodi pindala enam-vähem sama suur kui galvaniseeritava eseme pindala. Tööstuslikuks galvaniseerimiseks valmistatakse anode nii valamise kui ka valtsimise teel. Valatud anode tuleb eelistada valtsitud anoodidele, kuna valatud anoodid on pehmemad ja seetõttu lahustuvad kergemini vannis toimuvate protsesside mõjul; asjaolu, mis võimaldab kasutada suuremaid voolutihedusi ning galvaniseerimiskiirusi. Kui tööta-

takse lahustumatute elektroodidega (kuldamisel, harvem hõbetamisel), hoitakse vanni metallisisaldus vastavate soolade juurdelisamisega enam-vähem konstantsena.

Anoodid paigutatakse vanni nii, et galvaniseeritava eseme ümber kujuneks ühtlane voolutihedus, mis on esimeseks eelduseks ühtlase kattekihi saamiseks. Selleks asetatakse galvaniseeritavad esemed E anoodide A vahele (vt. joon. 61).

Anoodide kuju ja vanni asetamise viis olenevad sellest, missuguse kuju ja suurusega on metalliga kaetavad esemed ja millist galvaanilist metalliga katmise viisi kasutatakse. Samadest teguritest oleneb ka elektroodide vahekaugus.

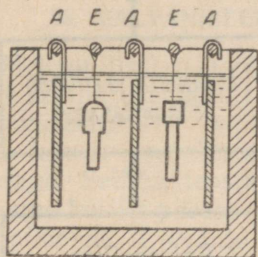
Kas galvaniseeritavad esemed on tasapinnalised või ruumilised, sellest oleneb nii elektroodide vahekaugus kui ka galvaniseeritavate esemete ülesriputamiseks ettenähtavate ridade arv. Esemete paigutus vannis oleneb veel sellest, kas soovitakse katta kogu ese metallikihi või ainult osa sellest. Kui soovitakse ainult ühepoolset katet, asetatakse anoodid vanni keskele ja galvaniseeritavad esemed vanni seinte äärde galvaniseeritava küljega anoodide poole. Kui soovitakse esemetele tekitada ühele poole paksemat kihti, siis asetatakse esemed vanni keskele kahte ritta, nii et nõrgalt galvaniseeritavad küljed oleksid pööratud üksteise vastu. Kui asetada tasapinnalised esemed vanni keskele, kahe anoodirea vahele nii, et nende ühed küljed oleksid üksteisele küllalt lähedal, siis nn. variefekti tulemusena katuvad ainult esemete anoodide poole pööratud küljed — asjaolu, mida kasutatakse metallplekkide ühepoolseks galvaaniliseks metalliga katmiseks.

Variefekt ilmneb ka seest õõnsate esemete katmisel, kui eseme õõnsuse ette või selle sisse ei asetata eraldi anoodi.

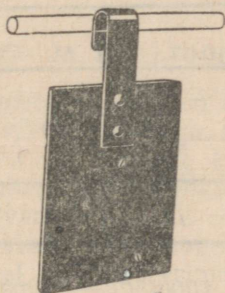
Väiksemate, seest õõnsate esemete ühtlaseks katmiseks piisab sellest, kui avaus pöörata anoodi poole. Suurte esemete galvaniseerimiseks asetatakse anoodid ühesugusele kaugusele ümber galvaniseeritava eseme.

Anoodid kinnitatakse voolu juurdejuhtimiseks vanni äärtele monteeritud voolulattide — anoodlattide külge. Elektriline kontakt anoodide ja anoodlattide vahel peab olema hea. Seda saavutatakse ühenduskohtade pideva kontrolli ja puhastamisega. Soovitav on teostada ühendus anoodi ja voolulati vahel anoodi materjalist valmistatud ja anoodi külge needitud riba abil (joon. 62). Tuleb hoolega

jälgida, et nii riba kui ka lati kontaktpind oleks puhas. Neetimiseks tuleb kasutada anoodi materjalist valmistatud neete. Kui anoodide vooluga ühendamine toimub teistest materjalidest valmistatud klemmide või traadi abil, tuleb hoolitseda, et anoodi ülaosa ulatuks mõne sentimeetri võrra elektrolüüdist välja. See on vajalik selleks, et vöörad, ebasobivad ained ei võtaks osa galvaniseerimisprotsessist. Kui näiteks valgevasesest ühendustraata või klemm ulatub niklivanni elektrolüüti, siis rikneb viimane õige ruttu. Tuleb



Joon. 61. Galvaniseeritava esemete asetus vannis.

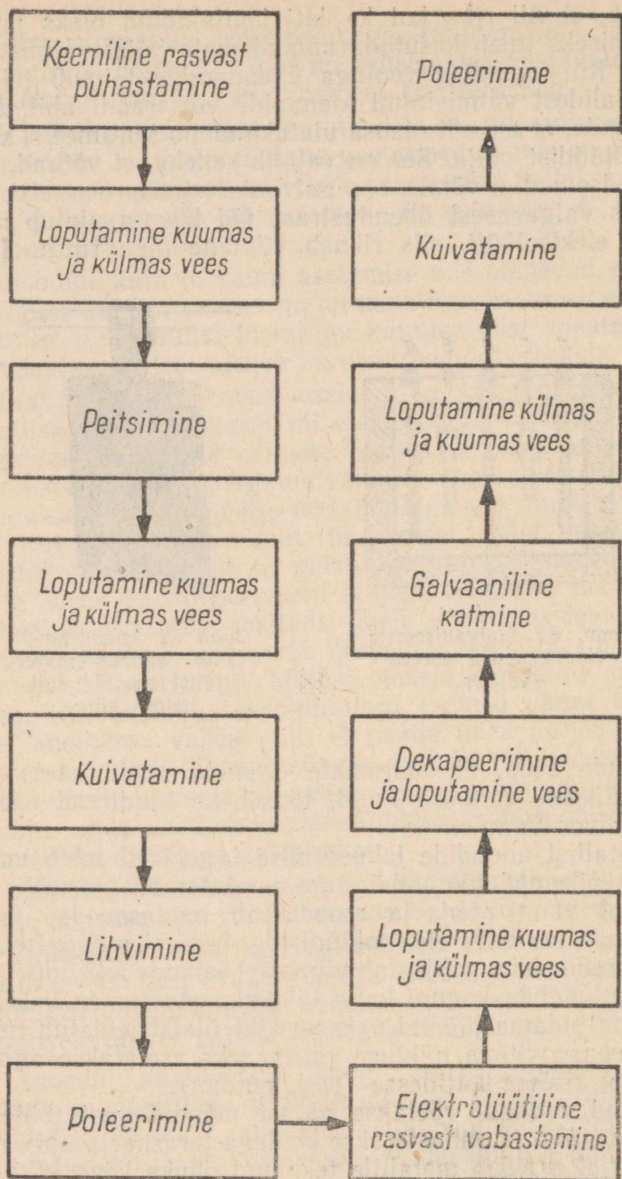


Joon. 62. Anood needitakse anoodi materjalist neetide abil hoidja külge.

arvestada seda, et suuremate esemete vanni asetamisel, eriti väikeste vannide puhul, tõuseb ka tunduvalt elektrolüüdi tase vannis.

Metallist anoodide lahustumise tagajärjel tekib vannis pärast pikemat töötamist õige peeneteralist metalli, mis koguneb vanni põhja ja moodustab mudasarnase massi. See mass, sattudes elektrolüüdi liigutamisel galvaniseeritava esemetele, põhjustab viimastel laikude tekkimist, ebaühtlast katet ja koguni katte täielikku puudumist kohtadel, kuhu on pidama jäänud paksem kiht ülalkirjeldatud massi. Selle ebasoovitava nähtuse vältimiseks asetatakse anoodid tihedast riidest kottidesse (siid, puldan).

Uued anoodid võetakse pärast mõnepäevast töötamist vannist välja ja puhastatakse hoolega terasharja abil, mille tagajärjel eraldub metallile tekkinud õhuke kõva kiht. See on vajalik elektrolüüdile parema juurdepääsu võimaldamiseks kõva kihi all asuvale pehmele metallile, mis on pare-



Joon. 63. Galvaniseerimisel teostatavate tööoperatsioonide järjekord.

mini lahustuv ja annab seega töötamisel parema kattekihi. Pärast niisugust anoodide puhastamist loputatakse need puhtas vees ja paigutatakse tagasi vanni. Selliselt ettevalmistatud anoode võib kasutada kuni nende lõpliku lahustumiseni elektrolüüsi toimel.

Tsinkanoodid, mis asuvad tsüaanses või happeses elektrolüüdis, lahustuvad mõningal määral ka vanni vooluvabas olekus. Selle vältimiseks võetakse vanni seismisel tsinkelektroodid vannist välja, loputatakse veega ja lastakse kuivalt seista.

28. GALVANISEERIMISE EEL- JA JÄRELTOOD

Mehaanilisel teel töödeldud metallesemel on enamasti alati kaetud oksüüdi-, tagi-, õli- või roostekihiga. Et saada galvaniseerimisel heakvaliteedilist ja püsivat kattekihti, peab kaetav ese olema väga puhas ja võimalikult sileda pinnaga. Selleks teostatakse galvaniseeritavate esemetega nii enne kui ka pärast galvaniseerimist mitmesuguseid tööoperatsioone. Ülevaate ühekordsel galvaniseerimisel teostatavatest tööoperatsioonidest ja nende järjekorrast annab joon. 63.

a. Keemiline rasvast puhastamine

Galvaniseerimisele kuuluvate esemete esialgsest suuremast mustusest ja poleerimisel külge jäänud pastast puhastamiseks kasutatakse orgaanilisi lahuseid, näiteks diklooretaani või triklooretaani, milles pestakse esemeid harja abil.

Keemiline rasvast puhastamine toimub sel teel, et leelise abil seebistatakse orgaanilised rasvad, mistõttu need muutuvad vees lahustuvaiks. Mineraalsed õlid muudetakse leelise toimel emulsioonideks, mis on samuti kergesti eemaldatavad.

Vastavaid aineid, mida kasutatakse esemete keemiliseks puhastamiseks mineraalsetest õlidest emulsiooni tekitamiseks, nimetatakse emulgatoriteks.

Sellisteks aineteks, mis lahuses lähevad kolloidsesse olekusse, on vesiklaas, dekstriin, kampol, seep jne. Emulgatoreid lisatakse leelistele väikeses koguses, 0,5—3 g liitri kohta.

Lahuse soojendamine kuni 75°-ni soodustab toimuvat protsessi. Keemilise rasvast puhastamise kestus oleneb sellest, milline on esemete pinna seisukord, ning on keskmiselt 15—60 minutit.

Värviliste metallide rasvast puhastamiseks ei tohi kasutada kanget leelist, kuna see võib põhjustada esemete liigset söövitumist. Kui esemed on keerulise kujuga, on soovitatav neid enne leelisse lahusesse asetamist puhastada viini lubja abil.

Tabelisse 18 on koondatud mitmesuguste rasvast puhastamiseks kasutatavate leeliste lahuste retseptid:

Tabel 18

Leelised lahused keemiliseks rasvast puhastamiseks
(kontsentratsioon g/l)

Komponentide nimetus	Tugevasti rasvastele terasesemetele	Nõrgalt rasvastele terasesemetele	Vasest ja vasesulamiit esemetele	Alumiinium esemetele
Naatriumhüdroksüüd	100—150	10—15	—	—
Kaltsineeritud sooda	40—50	30—40	—	15—20
Trinaatriumfosfaat	—	50—70	100	25—30
Vesiklaas	3—5	2—3	10—20	—
Seep	—	—	—	1—3

Pärast eseme rasvast puhastamist tuleb esemelt kõrvaldada kasutatud lahus. Selleks loputatakse ese algul kuumas ja järgnevalt külmas vees.

b. Keemiline peitsimine

Metalli pinna puhastamiseks oksüüdidest (roostest) kasutatakse peitsimist.

Terasesemete peitsimiseks töödeldakse neid väävel- ja soolhappe vesilahustega või nende seguga. Happed reageerivad terasesemete pinda katvate hapenditega ja tekitavad vees lahustuvaid rauasooli, mis on kergesti eemaldatavad.

Peitsimisel tuleb jälgida, et oksüüdikiht (rooste) ja tagi eralduks ühtlaselt ega tekiks eseme liigset söövitumist. Kui ese on kaetud õhukese oksüüdikihiga, kasutatakse lahjemaid peitsimislahuseid.

Soolhape eraldab terasesemetelt kiiresti oksüüdi ja tagi, kuid tungib seejuures liiga sügavale metalli pooridesse, mis raskendab happest täielikku puhastamist. Väävelhappe kasutamisel tekib suurel hulgal vesinikku, mis muudab roostekihi kobedaks ja kergesti eemaldatavaks. Esemete liigse söövitumise vältimiseks lisatakse lahustele protsessi aeglustavat preparaati mark KC või MH.

Terase peitsimiseks kasutatavatest mitmesugustest lahustest ja töötlemisrežiimist annab ülevaate tabel 19.

Tabel 19

Terasesemete peitsimisel kasutatavate lahuste koostis (%) ja töötlemise režiim

Lahuse komponendid ja erikaal e	Süsinikteras					Roostevaba teras		
	Tagiga kattunud teras		Oksüüdiga kattunud teras	Terastraat	Lehtteras	Eeltöötlemiseks	Peitsimiseks kuni läike tekkimiseni	
	1	2					1	2
Väävelhape ($e=1,84$)	27	10	18	—	5—7	23	—	—
Soolhape ($e=1,19$)	10	10—15	10	10—15	—	27	45	1—2
Lämmastikhape ($e=1,4$)	—	—	—	—	—	—	5—10	10
Aeglustaja KC	—	3	0,5	3	—	0,15	0,1	—
Aeglustaja MH	0,2	—	—	—	—	—	—	—
Tisleriliim	—	—	—	—	—	0,1	—	0,1
Lahuse temperatuur °C	30—40		40—60		40—50			
Protsessi kestus	Kuni tagi eraldumiseni		Kuni oksüüdide eraldumiseni		~ 1 tund	3—5 min.		

Märkus. Tabelis antud retseptid on kehtivad ka siis, kui aeglustajaid KC ja MH ei ole käepärast. Sel juhul tuleb aga eseme liigse söövitumise vältimiseks hoolikalt jälgida protsessi käiku.

Värviliste metallide ja nende sulamite keemiliseks peitsimiseks kastetakse esemeid lühiajaliselt vastavatesse peitsimislahustesse ning loputatakse igakordselt puhtas külmas vees.

Värviliste metallide peitsimisest annab ülevaate tabel 20.

Värviliste metallide peitsimisel kasutatavate lahuste koostis
ja töötlemise režiim

Lahuse komponendid ja erikaal e	Vask ja vasesulamid						Tsink		Seatina	Alu- miinium	Tina
	Eeltöötlemine			Läikpeitsimine			1	2			
	ml	g/l*	ml	ml	g/l	g/l**	g/l	g/l			
Lämmastikhape ($e=1,4$)	1000	100	750	750	100	600	—	—	50—100	—	—
Soolhape ($e=1,19$)	10	5	—	—	2,5	25	70—80	—	—	50—100	50—100
Fluorvesinikhape ($e=1,13—1,15$)	—	—	1000	—	—	500	—	—	—	—	—
Väävelhape ($e=1,84$)	—	700	—	1000	800	—	—	—	—	—	—
Naatriumkloriid	—	—	15—25	30—35	—	—	—	—	—	—	—
Korstnapigi	—	—	—	20—30	—	—	—	—	—	—	—
Tsinksulfaat	—	—	—	—	—	350	—	—	—	—	—
Naatriumnitraat	—	—	—	—	—	65	—	—	—	—	—
Naatriumhüdrosüüd	—	—	—	—	—	—	—	100—200	—	—	—
Lahuse temp. °		20				40—50			20		
Protsessi kestus	Puhta pinna tekkmiseni			Kuni 1 min.			Mõnest sekundist kuni 1 min.				

* valgevasest esemetele

** vasesulamitest esemetele

c. Elektrolüütiline peitsimine

Elektrolüütiline peitsimine toimub väävelhappe lahuses, millele on lisatud soolhapet, naatriumkloriidi ja teisi aineid. Elektrolüütilisel peitsimisel asetatakse peitsitav ese ühe elektroodina peitsimisvanni. Teine elektrood valmistatakse enamasti seatinast või suure ränisisaldavusega malmist.

Olenevalt sellest, milliseks elektroodiks on vannis peitsitav ese, toimub kas anoodne või katoodne peitsimine.

Anoodseks peitsimiseks asetatakse ese anoodina vanni, milles on vastav elektrolüüt (vt. tabel). Katood võib olla seatinast, vasest või terasest. Anoodisel peitsimisel võib kergesti toimuda eseme pinna liigne söövitumine. Selle vältimiseks tuleb rakendada õiget töörežiimi.

Tabel 21

Elektrolüüdi koostis terase anoodisel elektrolüütilisel peitsimisel
(kontsentratsioon g/l)

Komponendid	Tasapinnalistele tagivabadele esemetele		Jämedalt töödeldud pinnaga esemetele	Lehtmetallile	Traadile
	1	2			
Väävelhape (erikaal 1,84)	200—250	150—200	10—20	—	150
Soolhape (erikaal 1,19)	—	—	—	30—50	—
Naatriumkloriid	—	30—50	—	—	50
Voolutihedus		5—10 A/dm ²		50 A/dm ²	100—200 A/dm ²
Temperatuur	20—60°				
Kestus	15—30 min.				Mõni sekund

Märkus. Lehtmetall ja traat tõmmatakse sobiva kiirusega läbi elektrolüüdi.

Katoodisel peitsimisel ei ole karta eseme liigset söövitumist, kuid protsessi toimel muutuvad õhukesed terasesemed hapraks. Seetõttu ei soovitata seda rakendada vedrude peitsimiseks.

Elektrolüüt on järgmine:

väävelhapet (erik. 1,84)	150 g,
naatriumkloriidi	20 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 5—10 A/dm², temperatuur 20—50°, protsessi kestus olenevalt eseme pinna seisundist 0,5—5 min. Anood valmistatakse seatinast.

Ilma välise vooluallikata peitsitakse terasesemeid järgmiselt. Võetakse kontsentreeritud väävelhapet 250 g, mis lahjendatakse 1 liitri veega. Sellesse lahusesse asetatakse terasesemed koos vaskplaadiga. Traadi abil ühendatakse peitsitavad esemed ja vaskplaat. Tekib lühistatud galvaani element, milles elektrolüüsi toimel raud anoodina ilma välise vooluallikata lahustub.

Peitsimise kestus on 1—2 tundi. Peitsitavad esemed kattuvad pruuni kihiga, mis harjaga kraapimisel kergesti eemaldub.

d. Lihvimine ja poleerimine

Galvaniseeritavaid esemeid tuleb ka mehaaniliselt töödelda, s. o. lihvida ja poleerida, mille eesmärgiks on muuta eseme pind enne galvaniseerimist siledaks ja pärast galvaniseerimist läikivaks.

Lihvimist teostatakse enne galvaniseerimist, kuna poleerimine toimub nii enne kui ka pärast galvaniseerimist.

Eseme pindade ettevalmistamisel enne galvaniseerimist on suur tähtsus igasuguse galvaanilise katmisviisi juures. Korralik pindade ettevalmistamine tagab hea, tugeva ja nägusa metallikatte saamise. Seetõttu tuleb lihvimisele ja poleerimisele pöörata suurt tähelepanu.

Lihvimiseks ja poleerimiseks kasutatakse vastavaid pöörlevaid kettaid. Ketaste pöörlemiskiirus oleneb lihvitava või poleeritava eseme materjalist ja lihvimis- või poleerimisvahendist. Mida jämedateralisem on lihvimis- või poleerimisvahend (pasta) ja mida kõvem on ketas, seda väiksem peab olema pöörlemiskiirus.

Lihvimis- ja poleerimisketaste joonkiirust v arvutatakse järgmise valemi abil:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ [m/sek]},$$

kus D — ketta läbimõõt mm,
 n — pöörete arv minutis.

Kui on antud joonkiirus, siis leitakse pöörete arv valemist:

$$n = \frac{v \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot D} \text{ [p/min.].}$$

Tuleb arvestada, et üheaegselt lihvimisketta kulumisega väheneb joonkiirus. Vajalikud pöörete arvud, olenevalt ketaste läbimõõdust, on toodud tabelis 22.

Tabel 22

Lihvimis- ja poleerimisketaste pöörete arvud minutis

Eseme materjal	Ketta läbimõõt, mm				
	200	250	300	350	400
Teras, nikkel	2850	2300	1880	1620	1440
Valgevask, vask	2400	1900	1590	1360	1190
Tsink, alumiinium	1900	1530	1260	1090	960

e. Mitmesugused lihvimis- ja poleerimisvahendid ning pastad

Lihvimis-, samuti ka poleerimisprotsessi võime jaotada kolme staadiumi: 1) jämelihvimine, 2) peenlihvimine või eelpoleerimine ja 3) kõrgläikepoleerimine. Viimane toimub peaaegu eranditult peale eseme galvaniseerimist.

Vastavalt töötlemisjärgule ja metallile, mida soovitakse lihvida, tuleb leida sobiv lihvimisvahend — pasta. Jämelihvimist teostatakse smirgelpuruga või kvartsliiivaga, harvem pimsskivi pulbriga. Ülalmainitud materjalid segatakse steariinõli või vaseliini ja steariini seguga ning määratakse lihvitavale esemele.

Segamist teostatakse segu kuumendades.

Peenlihvimiseks või eelpoleerimiseks on vajalik peenem lihvimismaterjal. Selleks kasutatakse peent smirglit, kvartsjahu või pulbristatud rauaoksüüdi.

Pehmemate metallide jaoks tuleb kasutada ka pehmemaid poleerimis- ja lihvimisvahendeid, nagu kriiti ja muud. Ka siin kasutatakse segusid õlide ja rasvadega, mis moodustavad pastad ning poleerimismassid.

Kõrgläikepoleerimiseks kasutatakse peamiselt peent lupja, nn. viini lupja. Seda segatakse steariini, steariinõli või talgiga.

Poleerimisel ja lihvimisel on tähtis, et lihvimis- või poleerimispasta sisaldaks aineid, mis oleksid kõvemad kui poleeritava eseme materjal. Ülevaate mitmesuguste mineraalide kõvadusest annab tabel 23.

Tabel 23

Mohs'i kõvadusastmik	
Materjal	Kõvadus
Talk	1
Kips	2
Lubjapagu	3
Sulapagu	4
Apatiit	5
Ortoklaas	6
Kvarts	7
Topaas	8
Korund	9
Teemant	10

Mitmesugused terasesordid asuvad selles skaalas 3 ja 8 vahel. Vask ja valgevask asuvad 3 ja 5 vahel, pehmed metallid, nagu tsink, tina jne., 2 ja 3 piirides.

Nii näiteks kasutatakse terase lihvimisel kvartsi, pimsskivi või rauaoksüüdi.

Alumiiniumist kui väga pehmest metallist esemid poleeritakse puuvillasest riidest seibiga, mille joonkiirus on 15—25 m/sek.

Ülevaate mitmesuguste poleerimispastade koostise kohta on antud tabelis 24.

Tabel 24

Poleerimispastad		
Pasta nimetus	Pasta koosseis kaaluosades	Tarvitamine
Smirgelpasta	Smirgelpulbrit	Enne katmist lõplikuks poleerimiseks.
	Parafiini	
	Loomarasva	
	Mineraalõli	
Krookuspasta	Rauahapendit	Põhismetalli poleerimiseks enne katmist.
	Steariini	
	Oleiini	
	Parafiini	

Pasta nimetus	Pasta koosseis kaaluosades	Tarvitamine
Kroompasta	Kroomhapendit 55 Steariini 25 Vaha 7 Bensiini 2	Nikli, kroomi, vase ja roostevaba terase poleerimiseks.
Lubipasta	Viini lupja 40—50 Steariini 15 Oleiini 10 Väävliit 1	Nikli, alumiiniumi, valgevase, hõbeda jt. metallide poleerimiseks.
Alumiiniumpasta	Alumiiniumhapendit 65 Steariini 10 Tseresiini 15 Loomarasva 8 Tärpentini 2	Nikli ja vase poleerimiseks.

f. Lihvimis- ja poleerimiskettad

Töödeldavast esemest olenevalt kasutatakse väga mitmesugusest materjalist ja mitmesuguse läbimõõduga lihvimis- ning poleerimiskettaid.

Põhiliselt kasutatakse käesoleval ajal kahte tüüpi nii lihvimis- kui ka poleerimiskettaid:

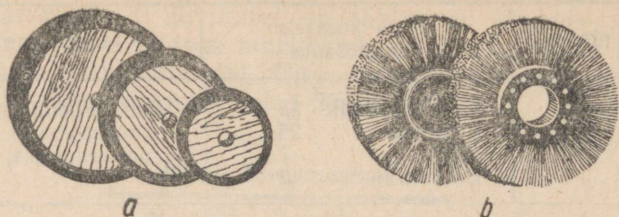
1. Abrasiivsed kettad koosnevad ühtlaselt poorsest materjalist, mis on moodustatud mingi sideainega ühendatud abrasiivsetest terakestest.

2. Elastsed kettad on valmistatud fiibrist, nahast, kummist, kartongist, korgist, puust, flanellist või muudest materjalidest.

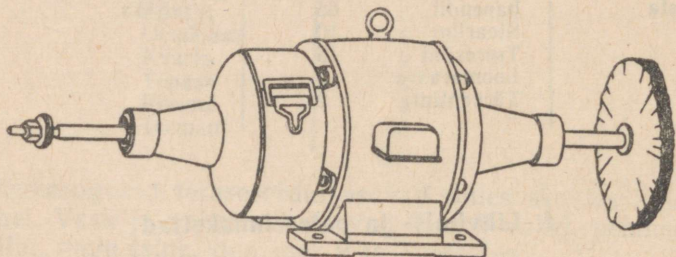
Abrasiivseid kettaid kasutatakse peamiselt metallitöötlemistsehhides, kuna nende abil on võimalik saada suurt töötäpsust ja töödelda suure kõvadusega metalle.

Elastseid kettaid kasutatakse laialdaselt galvanotseh-hides.

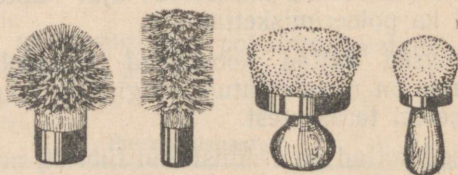
Poleerimiseks kasutatakse veel eriti elastseid kettaid, kus ketaste materjaliks on siid, paber või riie. Nende ketaste tööpind määratakse poleerimispastaga.



Joon. 64. Mehaanilise lihvimise kettad ja harjad: *a* — puidust, nahaga kaetud lihvimiskettad; *b* — ketasharjad.



Joon. 65. Lihvimise-poleerimise agregaat riidest poleerimiskettaga.



Joon. 66. Vasakpoolsed — masinaga lihvimise harjad, parempoolsed — peenlihvimise ja käsitsipoleerimise nuiad, kaetud vildiga.

Lihvimise ja poleerimise juures kasutatakse ka ketasharju, mis jagunevad:

1. Jõhvarjad — valmistatud hobusejõhvist,
2. Rohust harjad — valmistatud mererohust,
3. Fiiber- ja traatharjad.

Harjad kinnitatakse kas puust või metallist südamikule. Jõhvist ja mererohust valmistatud ketasharju kasutatakse keerulise profiiliga esemete poleerimiseks. Traatharju kasutatakse esemete pindade puhastamiseks.

Lõplikku viimistlust poleeritavatele esemetele antakse mõnikord ka käsitsi. Kõne alla tulevad siin loomulikult pehmematest metallidest, nagu vasest, valgevast jne. esemed. Selleks kasutatakse väga mitmesuguse kuju ja suurusega tööriistu ning harju. Mõned sellised on toodud joonisel 66.

g. Lihvimisketaste ettevalmistamine

Lihvimisketaste tööks ettevalmistamise all mõeldakse nende tsentreerimist, tasakaalustamist (balansseerimist), profileerimist ning pindade katmist abrasiivse materjaliga (pulbriga, pastaga).

Kuna pöörete arv lihvimisel on küllaltki suur, tuleb hoolitseda selle eest, et ketas oleks vibreerimise vältimiseks võllile kinnitatud täpselt tsentrist.

Pärast tsentreerimist tasakaalustatakse lihvimisketas. Selleks kinnitatakse ketta kergemale poolele kinnitusmutri alla ekstsentriline seatinast seib, mida nihutatakse seni, kuni ketas on igas asendis tasakaalus. Kui lihvitava eseme pind on keerulise kujuga, siis kasutatakse profileeritud pinnaga kettaid. Ketta tööpind on sel juhul eseme pinnale vastava profiiliga. Profileeritud pinnaga ketta kasutamine suurendab tunduvalt töötlemise kiirust. Abrasiivse materjaliga katmiseks määratakse ketas tiseriliimiga või vesiklaasiga ning veeretatakse vastavas abrasiivpulbris. Mida jämedam on kasutatav pulber, seda paksem peab olema liim. Liimi enneaegse hangumise vältimiseks soojendatakse nii ketast kui ka pulbrit 40—50°-ni. Lõpuks veeretatakse ketast tasasel pinnal, mille tulemusena saadakse kettal tasane pind.

Pärast katmist tuleb lihvimiskettad kuivatada. Selleks hoitakse neid 16—24 tundi temperatuuril 25—30°. Kiirkuivatamist võib teostada 50—60° juures 4—5 tunni jooksul.

Kui liimaineks kasutatakse vesiklaasi, siis tuleb temperatuuri tõsta järk-järgult 1—2 tunni jooksul kuni 140°-ni. Kuivatatud ketast on soovitatav uuesti tasakaalustada. Halvasti kuivatatud ketas kuulub kiiresti ja läheb kuumaks.

Et vähendada ketaste kulumist, kasutatakse ühte ketast ainult ühesuunalisel pöörlemisel. Selleks on vaja igale ketale värvida nooleke õige pöörlemissuuna näitamiseks.

h. Väikeste esemete mehaaniline puhastamine

Väikestel esemetel kõrvaldatakse suuremad pinnakonarused pöörlevates trumlites või kellades, kuhu on asetatud ühtlasi abrasiivseid aineid — näiteks liiva, lupja jne.

Nimetatud operatsioon teostatakse kas kuivalt või märjalt. Märg menetlus jaguneb omakorda veel leeliseks ja happeseks. Puhastamismenetlus valitakse vastavalt esemeid katva kihi iseloomule (rooste jne.).

Trumlite pöörlemiskiirus oleneb esemete suurusest ja on 20—60 pööret minutis. Töötlemise aeg trumlis on mitmesugune ja oleneb materjalist ning esemete pinna seisukorrast. Keskmise töötlemise aeg on 6—24 tundi. Häid tulemusi annab poleerimine trumlis, kus on väikesed kroonterasest kuulikesed, läbimõõduga 1—8 millimeetrit. Õige töötlemise aeg on soovitatav mitmesuguste esemete puhul määrata katseliselt.

Laialdaselt puhastatakse ja mateeritakse pindu liivajoa abil, milleks kasutatakse peent liiva ja suruõhku.

i. Elektrolüütiline rasvast vabastamine

Galvaanilistes tsehhides kasutatakse väga laialdaselt elektrolüütilist rasvast vabastamist. Elektrolüütiline rasvast vabastamine toimub suhteliselt kiiresti ja hea kvaliteediga.

Elektrolüütiliseks rasvast vabastamiseks asetatakse eseleelisega täidetud vanni ja ühendatakse katoodlati külge. Tekib väga intensiivne protsess, mille tulemusena eraldub vesinik koos rasvaga. Koos elektrolüütilise rasvast vabastamisega toimub rasvade seebistumine ning emulgeerimine.

Vajalik voolutihedus on 3—8 A/dm², pinge 6—10 volti, temperatuur 60—75°, kestus 5—10 minutit.

Teiseks elektroodiks on nikeldatud teras.

Halvaks kaasnähteks on asjaolu, et vesinik tungib metalli pinna sisse ja seetõttu muutub viimane hapraks. Selle vältimiseks soovitatakse peale 5—8 minutist rasvast vabastamist vahetada vooluallika klemmid ja töödelda eset anoodina 1—2 minuti jooksul. Väga õhukese seinaga

esemete ja vedrude puhul kasutataksegi anoodset rasvast vabastamist, mis võtab küll kauem aega, kuid ei mõju eseme materjali mehaanilistele omadustele.

Protsessi tulemusena koguneb elektrolüüdi pinnale eraldunud rasvast tekkinud seebivaht, mis sisaldab vesinikku. Et viimane ei plahvataks, tuleb vaht õigeaegselt eemaldada.

Väikeste esemete vanni asetamiseks kasutatakse nagu galvaniseerimiselgi vastavaid korve. Vaskesemeid ei tohi anoodina lülitada, kuna siis tekib raskesti eraldatav oksüüdi kiht.

Elektrolüütiliseks rasvast vabastamiseks kasutatavate lahuste andmed on koondatud tabelisse 25.

Tabel 25

Elektrolüütilisel teel rasvast puhastamise lahused
(Kontsentratsioon g/l)

Komponendid	Tugevalt rasvastele terasesemetele	Keemiliselt rasvast puhastatud terasesemetele	Alumiiniummist ja tsingist esemetele	Vaskesemetele
Naatriumhüdrosüüd	30—60	—	—	—
Kaltsineeritud sooda	40—60	20—30	5—10	5—10
Trinaatriumfosfaat	5—10	30—50	20—30	—
Vesiklaas	3—5	2—3	—	—
Seep	—	—	1—3	—
Potas	—	—	—	20—30
Tsüaankaalium või tsüaannaatrium	—	—	—	2—3

Märkus. Tsüaankaalium ja tsüaannaatrium on väga mürgised.

j. Dekapeerimine

Et tugevdada veelgi galvaanilise katte ja põhimetalli omavahelist sidet, kasutatakse enne galvaniseerimist tööoperatsiooni, mida nimetatakse dekapeerimiseks.

Rasvast vabastamise tagajärjel tekivad metallesemele sageli õhukesed oksüüdikihid, mis on halvad voolujuhid ja põhjustavad nõrka sidet galvaaniliselt tekitatud katte ja eseme vahel.

Dekapeerimine toimub 5—7 protsendilise sool- või väävelhappe lahuga või nende seguga, kusjuures eset hoitakse

lahuses 15—20 sekundit ja siis pestakse hoolikalt külmas voolavas vees. Dekapeerimine on viimane operatsioon eseme galvaniseerimiseks ettevalmistamisel. Pärast dekapeerimist on metalli pind väga aktiivne ja oksüdeerub kergesti. See tõttu tuleb ese pärast dekapeerimist kiiresti galvaniseerimisvanni asetada.

Anoodseks dekapeerimiseks asetatakse ese anoodina vanni, milles on järgmine elektrolüüt:

väävelhapet (erik. 1,84) 11,
kaaliumbikromaati 20 g.

Töödeldakse 0,5—2 minutit pingega 6—12 volti. Protssessi lõppemise tundemärgiks on voolutugevuse langemine. Ei tohi unustada, et kvaliteetse katte saamiseks on oluline, et esemeid mitmesuguste tööoperatsioonide vahel korraltikult kuuma ja külma veega loputatakse.

k. Elektrolüütiline poleerimine

Elektrolüütilise poleerimise eeltingimuseks on korralik mehaaniline lihvimine. Kõige enam kasutatakse elektrolüütilist poleerimist roostevabade teraste juures. Elektrolüütiline poleerimine on väga heaks vahendiks esemete galvaniseerimiseks ettevalmistamisel ja järeltöötlemisel, võimaldades hea kattekihi saamist ka keerulise kujuga esemetel.

Elektrolüütide koosseisud mitmesuguste metallide poleerimiseks on toodud tabelites 26 ja 27.

Töötlemise režiim teraste puhul: voolutihedus 40—80 A/dm², lahuse temperatuur 65—85°, protssessi kestus 5—10 minutit. Katoodid on seatinast.

Alumiiniumi elektrolüütiliseks poleerimiseks kasutatakse leelisi ja happesi elektrolüüte. Esemed, mis on eelnevalt mehaaniliselt poleeritud ja rasvast vabastatud, asetatakse anoodidena elektrolüüti. Elektrolüüdi koostis on järgmine:

soodat	150 g.
naatriumtrifosfaati	50 g.
vett	1 l.

Voolutihedus reguleeritakse 5—6 A/dm², kusjuures pinge on 12—15 V. Lahuse temperatuur 80°. Mõne minuti möödumisel langeb voolutihedus 2—3 A/dm². Protssessi

Elektrolüüdid terase poleerimiseks

Komponendid	Kontsentratsioon %-des	
	Süsinikterastele	Roostevabadele ja kõrgekvaliteedilistele terastele
Ortofosforhape	65	40
Väävelhape	15	40
Kroomanhüdroiid	6	3
Vesi	14	17
Elektrolüüdi erikaal	1,74	1,65

Tabel 27

Elektrolüüdid galvaaniliselt tekitatud kattekihtide poleerimiseks

Komponendid	Kontsentratsioon g/l		
	Vasele	Niklile	Tsingile
Ortofosforhape	1200	120—150	—
Väävelhape	—	1200	150
Kroomanhüdroiid	120	—	4
Sidrunhape	—	15—20	—
Elektrolüüdi erikaal	1,60—1,61	1,65	—
Töötlemise režiim:			
Lahuse temperatuur °C	20—30	20—30	15—25
Voolutihedus A/dm ²	35—50	30—50	15—20
Töötlemise kestus	0,5—2,0	0,3—0,5	1,0—2,0
Katoodide materjal	Vask	Seatina	Seatina

kestus on 5—8 minutit. Pärast poleerimist pestakse esemeid külmas voolavas vees. Poleerimise tulemusena omandab alumiiniumist ese läikiva pinna, mis on vajalik järgneva oksüdeerimiseks.

a. Niklivannide koostis

Enne kui ese nikeldamiseks vanni asetatakse, tuleb hoolikalt teostada kõik eelnevad operatsioonid: eseme rasvast puhastamine, peitsimine, poleerimine jne. (p. 28).

Teiste operatsioonide hulgas on nikeldamise puhul poleerimisel eriti suur tähtsus. Poleerimise teel ettevalmistatud eseme pinnakvaliteedist oleneb tekitatava katte läige ja siledus. Nikkelkate, mis on väga õhuke, ei suuda katta poleerimise vigu.

Tööstuslikus galvanotehnikas ei ole lubatud kasutada nikeldamiselektrolüüdis niklisooli, mis sisaldavad:

rauda	üle 0,05%,
vaske	üle 0,01%,
tsinki	üle 0,005%,
seatina	üle 0,005%.

Kui lisandeid esineb normides ettenähtust rohkem, vajab sool puhastamist. Harilikult on nikeldamiseks kaubastatava niklisoola puhtus aga tublisti suurem ja ta ei vaja mingit järeldpuhastamist.

Nikeldamiseks kasutatava elektrolüüdi koostis. Lihtsaim elektrolüüt koosneb nikkel-sulfaadi lahusest. Säärane elektrolüüt töötab rahuldavalt ainult küllalt kõrge temperatuuri (70—90°) ja väikese voolutiheduse juures. Praktikas selliseid elektrolüüte ei kasutata. Peale niklisoola lisatakse vanni teisi aineid, mis avaldavad mitmesugust soodsat mõju.

Elektrolüüdi elektrijuhtivuse tõstmiseks lisatakse vanni nn. juhtsooli: ammooniumkloriidi, naatriumkloriidi, kaaliumkloriidi, naatriumsulfaati, naatriumtartraati jne.

Anoodide lahustuvuse parandamiseks lisatakse elektrolüüdile peamiselt kloriide: ammooniumkloriidi, nikkelkloriidi, kaaliumkloriidi, naatriumkloriidi jne. Uurimused näitavad, et kloriide sisaldavad elektrolüüdid töötavad sageli ilma happeseks muutumata. Lisatakse aga kloriide ülemäära, muutub nikkelkate suureteraliseks. See kate on aga vähem korrosioonikindel.

Nikeldamisvanni elektrolüüdi happesus tohib kõikuda väga väikestes piirides. Nikeldamisprotsessis esinevate «tõugete» tagajärjel on aga võimalik happesuse muutumine

nii ühes kui teises suunas. Elektrolüüdi stabiliseerimiseks lisatakse lahusele harilikult boorhapet.

Hästi töötab ja ilusa valge katte annab terasele, vasele ja vasesulamitele järgmise koostisega elektrolüüt:

nikkelsulfaati	50 g,
sidrunhapet või boorhapet	20 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,5 A/dm², pinge 3 V, elektrolüüdi temperatuur 20° C.

Nikkelsulfaat lahustatakse 500 ml vees, sidrunhappe 200 ml vees. Sidrunhappe lahusele lisatakse niipalju naatriumhüdrosüüdi, et reaktsioon muutub neutraalseks — lakmuspaber värvub lillakaks. Seejärel kallatakse lahused kokku ja lisatakse 300 ml vett. Boorhapet kasutades muutub lahus sogaseks. Soga kaob, kui lahusele lisatakse ettevaatlikult väävelhapet.

Õõnsustega, kimbuna kokku seotud terasest, vasest ja vasesulamitest detailide nikeldamiseks on kohane elektrolüüt:

nikkelammooniumsulfaati	75 g,
ammooniumkloriidi	15 g,
boorhapet	15 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,3—0,6 A/dm², pH=5,8, elektrolüüdi temperatuur 20—30°.

Terase, vase, vasesulamite, tsingi, seatina ja tina nikeldamiseks on sobiv elektrolüüt:

nikkelsulfaati	70 g,
magneesiumsulfaati	30 g,
naatriumsulfaati (kaltsineeritud)	15 g,
boorhapet	3 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,2—0,4 A/dm², pinge 3—3,5 V, temperatuur 18—25°. Happesus olgu selline, et lakmuspaber muutub lillaks.

Kõik eelpooltoodud vannid töötavad toatemperatuuri (20°) juures. Temperatuuri tõustes suureneb ka happesus. Happesuse korrigeerimiseks lisatakse elektrolüüdile vastavalt kas naatriumhüdrosüüdi või väävelhapet.

Tsingi nikeldamiseks kasutatakse elektrolüüti:

nikkelsulfaati	90 g,
naatriumkloriidi	50 g,

boorhapet	15 g,
sidrunhapunaatriumi	8 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,5—1 A/dm², temperatuur 30—35°. Algul nikeldatakse vooluga 1 A/dm², pärast seda, kui esemed on õhukese niklikihiga kattunud, jätkatakse nikeldamist väiksema voolutihedusega — 0,5 A/dm².

Alumiiniumi nikeldamiseks puhastatakse ese harilikul viisil ja peitsitakse 10%-lises naatriumhüdroksüüdi lahuses 20—30 sekundit. Seejärel pestakse kuumas vees ja helendatakse lahjendatud salpeterhappes. Järgnevalt asetatakse ese lahusesse:

nikkelkloriidi	225 g,
soolhapet	100 g,
vett	1 l.

Siin tekib tugev gaaside eraldumine. Järgneb pesemine vees ja nikeldamine elektrolüüdis:

nikkelsulfaati	120 g,
naatriumsulfaati	195 g,
ammooniumhüdroksüüdi (25%-line)	7,5 g,
boorhapet	7,5 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 2 A/dm², pH=5,6—6, temperatuur 18—20°.

Läikivmust niklikate saadakse hästi poleeritud vasel, vasesulamitel ja nikeldatud terasesemetel, kui neid nikeldada järgmise retsepti järgi:

nikkelsulfaati	60 g,
naatriumrodaniidi	15 g,
tsinksulfaati	8 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,1—0,2 A/dm², pH=5,4—5,6, temperatuur 20—30°.

Elektrolüüte kiirnikeldamiseks. Kiirnikeldamist võib teostada iga hariliku nikeldamisel kasutatava elektrolüüdiga, kui suurendada selle niklisoola sisaldavust 200—400 grammini elektrolüüdi 1 liitri kohta ja lahuse temperatuuri hoida 35—50° piirides. Need elektrolüüdid töötavad ka toatemperatuuril, kuid siis annavad nad poorseid katteid. Kiirnikeldamisvanni elektrolüütides ei kasutata nikkelammooniumi sooli nende madala lahustuvuse tõttu. Kiirnikeldamisel on tööstuses suur tähtsus, sest see võimaldab vajaliku niklikihi paksuse (12—25 μ) saada mitu

korda lühema aja jooksul. Kiirnikeldamisel tekib anoodide suure lahustuvuse tõttu vannis palju sadet, mis osaliselt kipub langema kattemetallile, põhjustades raskestipoleeritava katte tekkimist. Sademe vanni sattumise vältimiseks asetatakse nikkelanoodid kiirnikeldamisel linasest riidest valmistatud kottidesse.

Kiirnikeldamis-meetodil töötades on tihti nõuelav elektrolüüdi segamine. Elektrolüüdi segamisel on mitu otsustavat:

1. vanni sattunud tahked osakesed ei saa jääda peatumata nikeldatavatele esemetele,

2. esemetelt eemaldatakse elektrolüüsi tagajärjel tekivad vesinikumullikesed ja välditakse seega augukeste tekkimine kattekihis,

3. vanni voolutihedust võib tõsta mitmekordseks, võrreldes seisva elektrolüüdiga töötava vanniga.

Elektrolüüdi segamiseks kasutatakse mitmesuguseid mooduseid. Ohuvoolu abil segamisel on tähele pandud, et kattekiht saadakse läikivam, kuid rabedam.

Elektrolüütide retsepte kiirnikeldamiseks:

1. Nikkelsulfaati	200	g,
naatriumkloriidi	45	g,
boorhapet	30	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 2—5 A/dm², pH=5,3, temperatuur 50—60°.

2. Nikkelsulfaati	140—200	g,
naatriumsulfaati	80—160	g,
kaaliumkloriidi	20	g,
boorhapet	20	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 1,5—2,5 A/dm², pH=5,3, temperatuur 30—40°.

3. Nikkelsulfaati	200	g,
nikkelkloriidi	175	g,
boorhapet	40	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 10—20 A/dm², pH=3—5, temperatuur 45°, elektrolüüdi segamine vajalik.

Elektrolüüt läiknikeldamiseks. Harilikult nikeldamiselektrolüüdi kasutamisel saadakse esemetele matt-hõbe kate. Läike saamiseks peab esemeid pärsi nikeldamist poleerima. Poleerimine nõuab aga aega ja materiaali-

seid kulutusi ning nõrgendab ka kattedkihti. Kogemused on näidanud, et head läiget võib saada ka nikeldamisel tavalise elektrolüüdiga. Selleks tuleb aga esemeid enne nikeldamist väga hästi poleerida. Kergesti poleeritavad on vask ja vasesulamid. Vaatamata heale poleerimisele saadakse tavalise elektrolüüdiga vannides hea läige ainult siis, kui niklikiht ei ole paksem kui 1 mikron. Uute retseptide kasutamise tulemusena on antud momendil tööstuses, eriti vase ja vasesulamide nikeldamisel, laialdaselt levinud otsene, ilma järgneva poleerimiseta nikeldamine, mis annab hea läike. Sobiva elektrolüüdi retsept on järgmine:

nikkelsulfaati	140—180	g,
naatriumsulfaati	100—120	g,
boorhapet	15—20	g,
naatriumkloriidi	3—5	g,
disulfonaftaliinhapet	2—4	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 2—4 A/dm², pH=5,4—5,7, temperatuur 25—40°. Elektrolüüdi segamine on vajalik. Samuti on vajalik anoodide hoidmine kois.

Disulfonaftaliinhape valmistatakse järgmiselt:

väävelhapet	3 osa
naftaliini	1 osa

Väävelhape valatakse portselankaussi, kuumutatakse kuni 60°-ni ja lisatakse kogu aeg segades peenestatud naftaliini. Segamine toimub kuini valge auru kadumiseni, s. o. umbes 25 minutit. Nüüd tõstetakse temperatuur 160°-ni, jälgides, et temperatuur ei ületaks 180°, ja hoitakse selle temperatuuri juures 10 tundi. Massi segatakse iga 10—15 minuti järel. Siis lõpetatakse kuumutamine ja lastakse segu jahtuda, mis toimub ca 8—10 tunni jooksul. Saadud aine on tume siirupitaoline, erikaaluga 1,64 ja lahustub vees väga hästi. Kogu valmistamisprotsess peab toimuma tõmbe-kapis või vabas õhus.

Pidevalt töötava vanni puhul toimub vanni täiendamine disulfonaftaliinhappega iga kuu kord, kusjuures lisatav hulk on 0,5—1 g/l. Et tegemist on happega, siis tuleb pärast selle lisamist kohe kontrollida ja vajaduse korral ka korrigeerida vanni pH. Disulfonaftaliinhappe kulu on keskmiselt 1 g 35—40 A/h kohta.

Hea kattedkihi saamiseks on tarvis silmas pidada järgmist:

1. pärast orgaaniliste rasvast vabastajate kasutamist on tarvis teostada rasvast vabastamist ka veel elektrolüütilisel teel,
2. kõvakummist vanne kasutatakse ainult siis, kui nad ei reageeri elektrolüüdiga,
3. anoodid peavad olema kottides,
4. kord valmistatud vanni koostist ei ole soovitatav muuta,
5. mõnede komponentide lisamisel elektrolüüdile tuleb neid enne lahjendada destilleeritud veega,
6. juurdelisatavate ainete lahused filtreeritakse,
7. kasutada eranditult destilleeritud vett,
8. vanni asetatud esemed tuleb kohe vooluvõrguga ühendada,
9. vanni kukkunud esemed eemaldatakse kohe vannist,
10. tuleb vältida tolmu, eriti poleerimistolmu sattumist vanni,
11. kontrollida hoolikalt pH-d ja temperatuuri,
12. hoiduda liigsest elektrolüüdi segamisest,
13. jälgida õiget voolutugevust,
14. enne esemete vanni asetamist ei tohi elektrolüüti segada,
15. elektrolüüt ei tohi sisaldada kroomhappe soolade jälgi,
16. happesuse vähendamiseks kasutatakse nikkelkarbonaati,
17. elektrolüüdiga ei tohi tegeliku tööprotsessi vältel eksperimenteerida.

Huvitav ja mõnikord ka vajalik on nikeldamine nikkelanoodideta. Selleks vajatakse tselluloidist või puust auku-
dega kasti. Hädapärast võib kasutada ka glasuurimata savianumat.

Anoodikast täidetakse nikkelkarbonaadiga. Iga 100 Ah voolu kasutamise järel lisatakse kasti 0,9 kg niisket nikkelkarbonaati, mille niklisisaldus on 12%. Niklisoola ei ole tarvis lahustada. Öhu läbipuhumine ei ole vajalik. Vajalik on tavalisest kõrgem pinge (~ 4 V). Elektrolüüdiks võib olla üks eelpooltoodud nikeldamiselektrolüüte. Sellise nikeldamisvanni eeliseks on, et seal ei teki sadet ja happesus jääb endiseks. Puuduseks on aga elektrolüüsil tekkiv kloorigaas ja kõrgema pinge kasutamise vajadus.

b. Mõningaid praktilisi juhiseid nikeldamiseks

Elektrolüüdi valmistamisel täidetakse vann poolest saadik puhta veega. Otse vannis lahustatakse sulfaadid. Kui pärast lahustamist vedelik muutub sogaseks, tuleb seda filtreerida läbi 1—2-kordse flanellriide. Boorhape lahustatakse eraldi keevas vees ja lisatakse seejärel vanni. Lõpuks lisatakse vanni ka puuduv vee hulk.

Nikeldamisvanni elektrolüütide puhul on väga oluline pidev happesuse jälgimine (p. 26). Enamike nikeldamiskelektrolüütide puhul on vanni happesus siis normaalne, kui lakmuspaber muutub temperatuuril umbes 20° nõrgalt violetseks. On elektrolüüt hapu, lisatakse sellele intensiivselt segades nikkelkarbonaati ja võetakse 50 minuti pärast proov. Happesuse vähendamiseks võib elektrolüüdile lisada ka naatriumhüdroksüüdi. Kiirnikeldamis- ja sooja elektrolüüdiga vannide puhul muutub lahus leeliseks. Neutraliseerimiseks lisatakse väävelhapet. Sellega muudetakse vannis tekkinud nikkelhüdroksüüd jälle nikkelsulfaadiks. Vanni töötamisel tekib pidevalt juurde ka naatriumsulfaati. Selle üleküllusel lisatakse vanni nikkelsulfaati. Nikeldamisvanni elektrolüüdi analüüse tehakse harva.

Peale pH tuleb jälgida ka erikaalu, mis lihtsa elektrolüüdiga vannides on 1,05—1,06, kiirnikeldamisvannides 1,11—1,12. Erikaalu vähendamiseks lisatakse vett.

Elektrolüüdi temperatuur ei tohi langeda lihtsa koostisega lahuste puhul alla antud normi.

Vanni kukkunud esemed eemaldatakse vannist töö lõpul (välja arvatud nikeldamisel ilma järgneva poleerimiseta).

Juhtmelatid peavad alati olema läikivpuhtad, kuid neid ei tohi puhastada vanni kohal.

Lihtsaid elektrolüüte filtreeritakse kord kuus, kiirnikeldamiskelektrolüüte aga kord nädalas.

Vask- ja terasesemeid ei nikeldata samas elektrolüüdis.

c. Nikeldamisel esinevad vead

Vea iseloomustus	Võimalik põhjus	Vea kõrvaldamine
1. Kate koorub või laseb end maha tõmmata.	a. Halvasti rasvast vabastatud. b. Happes dekapeerimata. c. Vool katkendlik.	a. Kontrollida rasvast vabastamise lahust ja loputusvanni vee puhtust. b. Dekapeerida. c. Puhastada riputuslatid oksüüdist ja kontrollida elektrilisi ühendusi.
2. Kooruv kate on läikiv ja kõva.	a. Elektrolüüt sisaldab orgaanilisi lisandeid. b. Elektrolüüt on liiga happene.	a. Elektrolüüt võr-ainetest puhastada (vt. p. 29, d). b. Saavutada õige pH. Saavutada õige pH.
3. Kate on tume ja laseb end maha tõmmata. Lahus so-gane.	Elektrolüüt on liiga leeline.	
4. Esemetel hallid laigud või kate algul hele, aga muutub kiiresti halliks.	Elektrolüüdi juhtivus on madal. Vool liiga tugev.	a. Lisada juhtsooli. b. Vähendada voolu.
5. Suured detailid kattuvad ebauhtlaselt. Anoodide lähedased osad «põlevad», eemalolevad ei kattu.	Anoodid asuvad esemetele liiga lähedal.	Kasutada suuremat vanni.
6. Esemetel on valtside ja aukude juures mustad jooned.	Esemeid on pärast rasvast vabastamist vähe loputatud.	Esemed hoolikalt veega loputada.
7. Kate on tume	a. Elektrolüüt on liiga leeline. b. Elektrolüüt sisaldab vaske.	a. Korrigeerida pH. b. Kõrvaldada vask elektrolüütilisel teel.
8. Kattel mustad põikjooned.	Elektrolüüt sisaldab tsinki.	Kõrvaldada tsink.

Vea iseloomustus	Võimalik põhjus	Vea kõrvaldamine
9. Esemete õn-sustes tekivad hallid plekid.	a. Elektrolüüt on lii-ga leeline. b. Elektrolüüdi junti-vus on väike.	a. Korrigeerida pH. b. Tõsta juhtivust.
10. Kattel esinevad tumedad plekid.	Rasvast vabasta-mine kohati puu-dulik.	Hoolikalt rasvast vabastada.
11. Pärast kuiva-mist on kate laiguline.	Elektrolüüt sisal-dab liigselt am-mooniumkloriidi.	Lahjendada elekt-rolüüti ja lisada nikkelsulfaati.
12. Kattel kollased laigud.	Kate liiga õhuke.	Pikendada nikelda-mise aega.
13. Pisidetailid muutuvad pä-rast kuivamist tumedaks.	Kuivamine liiga aeglane.	Kasutada kuiva, puhast ja vaigu-vaba saepuru.
14. Esemed muu-tuvad vannis mustaks.	a. Poolused vaheta-tud. b. Vool katkendlik.	a. Vahetada poolused. b. Kontrollida ja kor-da seada ühendu-sed.
15. Kate pöorne.	a. Elektrolüüt liiga happene. b. Elektrolüüt liiga külm. c. Elektrolüüt on lahja. d. Metallisisaldus madal. e. Elektrolüüdis võõr-aineid.	a. Korrigeerida pH. b. Soojendada elekt-rolüüti. c. Lisada sooli. d. Lisada nikkelsul-faati. e. Elektrolüüt läbi keeta.
16. Kate tahmane.	Elektrolüüdis on tahkeid osakesi.	Elektrolüüt vajab filtreerimist.
17. Elektrolüüt muutub tööta-misel happe-seks.	a. Elektrolüüt sisal-dab vähe kloriide. b. Anoodid lahustu-vad halvasti. c. Anoodide pind väike. d. Elektrolüüt on lii-ga külm.	a. Lisada kloriide. b. Kuumutada anoo-de 750° juures. c. Anoodide arvu suu-rendada. d. Soojendada elekt-rolüüti.

Vea iseioomustus	Võimalik põhjus	Vea kõrvaldamine
18. Elektrolüüt muutub töötamisel leeliseks.	a. Pärast rasvast vabastamist vähe loputatud. b. Elektrolüüdis liigseid kloriide. c. Elektrolüüdis liiga vähe boorhapet	a. Hoolikalt veega loputada. b. Lahjendada elektrolüüti ja lisada nikkelsulfaati. c. Lisada boorhapet.
19. Elektrolüüt kristalliseerub.	Liigselt ammoooniumisooli.	Kallata lahus vannist välja ja kõrvaldada tekkinud kristallid. Lahjendada elektrolüüti 10% vee lisamisega. Liighappesuse puhul lisada naatriumhüdroksüüdi.
20. Elektrolüüt on sogane.	a. Sisaldab liigselt leelist. b. Elektrolüüt kaua filtreerimata. c. Anoodid tekitavad sadet.	a. Korrigeerida pH. b. Filtreerida. c. Asetada anoodid kotti.

d. Elektrolüüdi võõrainetest puhastamine

Raud kõrvaldatakse vannist külmalt. Elektrolüüdile lisatakse pidevalt segades ammooniumhüdroksüüdi, kuni $\text{pH}=6,3$. Seejärel segatakse elektrolüüti veel ja kontrollitakse uuesti. Nüüd jäetakse ta 24 tunniks seisma ja filtreeritakse.

Vase sisaldus elektrolüüdis põhjustab tumeda värvusega niklikatte tekkimist. Vase kõrvaldamiseks lisatakse elektrolüüdile energiliselt segades 20%-list keemiliselt puhast väävelhapet sel määral, et lakmuspaber tugevalt punaseks värvub. Katoodlattidele riputatakse rasvast vabastatud ferasplekk. Vase kõrvaldamine elektrolüüsiga toimub pingel umbes 0,5 V. Iga 3 tunni järel eemaldatakse vannist plekk, puhastatakse liiva ja veega ning loputatakse salpeeterhappega. Puhastatud ja täielikult salpeeterhappesest loputatud plekk pannakse uuesti vanni. Kohasem oleks aga võtta uus plekitükk. Puhastamist jätkatakse

seni, kuni plekile enam vaske ei kogune. Tavaliselt kulub selleks 24 tundi.

Tsink põhjustab tumeda, kohati heledalaigulise ja koorduva katte tekkimist. Tsingi kõrvaldamiseks lisatakse vanni 1 liitri elektrolüüdi kohta 50 g vees lahustatud naatriumhüdrosüüdi. Kui soovitakse samal ajal eemaldada ka raud, lisatakse lahusele veel 5—10 ml 30%-list vesinikülihapendit. Järgnevalt segatakse lahust tugevasti ja lastakse settida. Lõpuks filtreeritakse lahus. Pärast puhastamist viiakse happesus puhta väävelhappe lisamisega jälle normikohaseks.

Nikeldamisvanni elektrolüüdi üldpuhastamist, s. o. puhastamist orgaanilistest ainetest ning samal ajal ka kahjustavatest metallidest, teostatakse alljärgneval viisil:

1. Vanni lisatakse pidevalt segades 1 liitri elektrolüüdi kohta 1 ml 30%-list vesinikülihapendit ja viiakse seejärel pH 6,3-le.

2. Katoodlattidele asetatakse tihedalt üksteise kõrvale rasvast puhastatud raudpleki ribad. Anoodlattidele asetatakse samuti võimalikult tihedalt nikkelanoodid.

3. Vann ühendatakse vooluallikaga, mille pingeline on 4—5 volti ja hoitakse vooluringis 12—16 tundi. Selle tulemusena:

a. enamik võõrmetalle eemaldatakse vannist elektrolüüsi teel,

b. orgaanilised ained lagundatakse elektrolüüsil tekiva hapniku ja vesiniku toimel,

c. anoodi juures lahustub nikkel, tekib nikkelhüdrosüüd ja sadestudes vanni põhja viib endaga kaasa ka orgaanilised lisandid ning raua.

4. Selliselt puhastatud elektrolüüt kurnatakse ja hapustatakse vajaliku happesuseni. Anoodid puhastatakse kraapimise teel ja loputatakse.

e. Nikeldamine ilma vooluallikata

Ilma vooluallikata nikeldamisel saadakse esemetel õige õhuke niklikilt, mis mõningatel juhtudel siiski oma ülesande täidab. Eeltöid, s. o. puhastamist, peitsimist ja rasvast vabastamist tuleb teostada hoolikalt (p. 28).

Ühe mooduse järgi teostatakse sellist nikeldamist järgmiselt. Lääkivpuhtasse vaskanumasse pannakse küllastatud tsinkloriidi lahus. Seejärel lisatakse kahekordne hulk

vett. Lahus aetakse keema. Keevale lahusele lisatakse tilkhaaval puhast soolhapet, kuni kaob tsinkkloriidi lahuse lahjendamisel tekkinud sade. Nüüd lisatakse noa otsaga tsingitolmu, mille tulemusel kogu anum kattub lühikese ajaga tsingi korruga. Järgnevalt lisatakse niipalju nikkelsulfaati, et kogu lahus värvub selgelt roheliseks. Selliselt ettevalmistatud lahusesse pannakse nikeldatavad esemed koos kontaktmetalli — tsingitükikestega. Lahust keedetakse ja umbes 15 minuti jooksul kattuvad esemed nikliga. Kui kattumine ei ole küllaldane, lisatakse anumasse veel nikkelsulfaati ja tsingitükke. Töötamisel tuleb silmas pidada, et lahus ei oleks leeline. Sel juhul lisatakse soolhapet. Kuid lahus ei tohi olla ka liiga happene. Liigse happesuse korral lisatakse soodat.

Tsingi kasutamisel kontaktmetallina tarvitatakse ilma vooluallikata nikeldamisel veel järgmist lahust:

nikkelkloriidi	13,5 g,
naatriumfosfaati	235 g,
ammooniumkloriidi	20 g,
naatriumkarbonaati	8,5 g,
ammooniumkarbonaati	8,5 g,
vett	1 l.

Vase ja vasesulamite nikeldamiseks kasutatakse lihtsustatud lahust:

nikkelammooniumsulfaati	20 g,
tsinkkloriidi	10 g,
vett	1 l.

Vaske, valgevaske, rauda ja tsinki nikeldatakse lahusega:

nikkelsulfaati	15 g,
ammooniumkloriidi	15 g,
vett	1 l.

Nikeldamine toimub keemistemperatuuri juures. Esemeid liigutatakse klaaspulgaga või raputatakse.

f. Niklikihi paksus ja selle määramine

Niklikiht suudab alusmetalli korrosiooni eest kaitsta siis, kui ta on küllalt paks ja tihe. Kui paks, s. o. mitu mikronit (μ) peab niklikiht teatud toote liigi puhul olema, see on riiklike standarditega rangelt kindlaks määratud. Elektrolüütiliselt saadud niklikihi kaal ja paksus on toodud tabelis 16.

Kattekihi paksuse kiireks määramiseks on paljude teiste meetodite hulgas üks lihtsamaid nn. tilgameetod. Tilgameetod põhineb metallide lahustuvusel hapetes või lahustajates. Metallikihi lahustumise kiiruse, s. o. aja järgi otsustatakse kattedemetalli paksuse üle.

Niklikihi paksuse määramiseks kasutatakse järgmist lahust:

raud (III) kloriidi ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	150 g,
vasksulfaati	100 g,
kristalläädikat	250 g.

Lahuse valmistamiseks võetakse 200—300 ml destilleeritud vett, milles lahustatakse raud(III)kloriid. Seejärel lahustatakse 50—60° juures sama suures veehulgas vasksulfaat. Kui lahused on jahtunud, valatakse nad liitrilise mahuga nõusse kokku ja lisatakse äädikas. Lõpuks lisatakse nõusse niipalju destilleeritud vett, kuni nõu on täis. Lahus säilitatakse klaaskorgiga suletud tumedas klaasnõus.

Niklikihi paksust määratakse järgmiselt.

Prooviks võetud nikeldatud ese puhastatakse rasvast. Klaaspulga abil tilgutatakse esemele üks tilk lahustajat. Ühe minuti möödumisel (aega mõõdetakse stopperiga) pühitakse ja kuivatatakse tilgutamiskoht. Järgnevalt tilgutatakse samasse kohta uus tilk lahustajat ning pühitakse ühe minuti möödumisel uuesti ära. Seda korratakse seni, kuni ilmub nähtavale alusmetall. Niklikihi paksuse leidmiseks korrutatakse tilkade arv iga tilga poolt lahustatud kihi paksusega. Viimane muutub analüüsi teostamise temperatuurist olenevalt järgmiselt:

14° C juures lahustub 1 minuti jooksul	0,59 μ ,
15 „ „ „ „ „	0,61 μ
16 „ „ „ „ „	0,63 μ ,
17 „ „ „ „ „	0,65 μ ,
18 „ „ „ „ „	0,67 μ ,
19 „ „ „ „ „	0,69 μ ,
20 „ „ „ „ „	0,70 μ ,
21 „ „ „ „ „	0,71 μ ,
22 „ „ „ „ „	0,72 μ .

Kihi paksus δ arvutatakse järgmise valemiga:

$$\delta = (n - 1) \cdot K \text{ [mikronit]},$$

kus n — tilkade arv,

K — ühe minuti kestel antud lahusega söövituva kihi paksus mikronites.

a. Vasetamisvannide koostis

Vasetamist kasutatakse tehnikas sageli vaheoperatsioonina teiste metallidega katmise eel, sest vask moodustab enamike metallidega tugevasti liituvat kattekihi ja on kergesti poleeritav. Kasutusel on väävelhapped sisaldavad vannid, nn. hapud vannid ja tsüaniidide sisaldava elektrolüüdiga vannid, nn. tsüaanvannid. Kuna tsüaniidid on väga mürgised, siis püütakse töötajate tervise huvides neid vältida. Alljärgnevalt ongi püütud vältida tsüaniidide sisaldavaid elektrolüüte.

Vaskkate on seda peeneteralisem ja kõvem, mida tugevam on vool, mida rohkem elektrolüüti segatakse ning mida madalam on elektrolüüdi temperatuur. Happevaese elektrolüüdiga galvaniseerimisel saadakse poorne, halvasti liituv kate.

Galvanotehnikas on happelise elektrolüüdiga vasevann üks lihtsamaid. Elektrolüüt koosneb põhiliselt kahest ainest: väävelhapest ja vasksulfaadist, kusjuures nende ainete suhteline hulk vannis võib olla õige mitmesugune, ilma et katte omadused seetõttu üksteisest palju erineksid.

Segatava elektrolüüdiga vannides võib kasutada tunduvalt suuremat voolutihedust, mis toatemperatuuril on 10 A/dm^2 ja 45° juures isegi 20 A/dm^2 , kusjuures elektrolüüdi koostises on:

vasksulfaati	240	g.
väävelhappel (kontsent.)	75	g.
vett	1	l.

Kui elektrolüüti ei segata, on voolutihedus toatemperatuuril $3\text{—}5 \text{ A/dm}^2$.

Läikeliseks vasetamiseks kasutatakse elektrolüüti:

vasksulfaati	200	g.
väävelhappel (kontsent.)	50	g.
suhkrusiirupit	4	ml,
vett	1	l.

Voolutihedus temperatuuril 50°C on 5 A/dm^2 .

Kui vanni elektrolüüt on koostatud järgmise retsepti järgi:

vasksulfaati	200	g.
väävelhappel (kontsent.)	30	g.
vett	1	l.

siis oleneb elektroodide vahekaugus ja kasutatav pinge voolutihedusest järgmiselt.

Voolutihedus A/dm ²	Pinge elektroodide vahekaugusel umbes 15 cm V	Vanni pinge olenevus elektroodide vahekauguse muutmisel iga 5 cm kohta V
0,5	0,70	0,23
0,75	1,05	0,34
1,0	1,40	0,46
1,50	2,10	0,59
2,0	2,80	0,98
2,50	3,50	1,03
3,0	4,19	1,38

Lahuse erikaal on umbes 1,13—1,14, temperatuur 15—20°. Leelistest elektrolüütidest on kasutatavam:

vasksulfaati	30 g,
senjeti soola	150 g,
naatriumhüdrosüüdi	80 g,
vett	1 l.

Esitatud retseptide järgi koostatud elektrolüütidega võib vasetada niklit, tina, vasesulameid ja sütt. Eelnevalt toodud elektrolüüdiga vannides terast ja selle sulameid vasetada ei saa. Terase vasetamiseks kasutatakse tavaliselt tsüaniide sisaldavaid elektrolüüte. Tsüaanvannide vältimiseks toimitakse sageli nii, et terasesemeid galvaniseeritakse enne mõni minut niklivannides ja seejärel vasetatakse happelises vannis. Terase vasetamiseks kasutatakse ka eelvasetamisvanne järgmise koostisega:

vaskulfaati	16 g,
naatriumoksalaati	17 g,
naatriumsulfaati	6 g,
boorhapet	20 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1,1 A/dm² ja aeg 1 minut. Üle ühe minuti galvaniseerida ei ole soovitatav, kuna siis hakkab kate lahti kooruma.

Eelvasetamisvannis kasutatakse veel järgmist neutraalset elektrolüüti:

naatriumpürofosfaati	200 g,
vasksulfaati	50 g,
naatriumkloriidi	30 g,
vett	1 l.

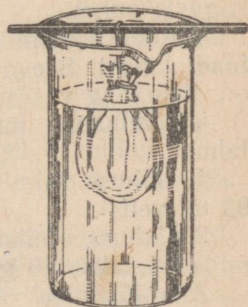
Voolutihedus on $1,1 \text{ A/dm}^2$, temperatuur 35° , galvaniseerimise aeg 10 min., tekkinud kattekihi paksus 1—2 μ .

Alumiinium kattub vasega happelise elektrolüüdiga vannides, kuid kate ei ole küllalt tugevalt alusmetalliga liitunud ja laseb end maha tõmmata. Selle põhjuseks on asjaolu, et alumiiniumile tekib äärmiselt õhuke oksüüdikiht, mis ei võimalda põhimetalli tihedat liitumist kattermetalliga. Alumiiniumi vasetamiseks kasutatakse spetsiaalset elektrolüüti:

vasksulfaati	100 g,
lämmastikhapet (erikaal 1,3)	80 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1 A/dm^2 ja pinge 8 sentimeetrilise elektrootodide vahekauguse puhul 4 V.

Vasetamiselektrolüüdi valmistamisel lahustatakse esmalt vasksulfaat ja kurnatakse läbi flanellriidest filtri. Praktiliselt toimitakse tihti ka järgmiselt: vann täidetakse vajaliku hulga veega ja sellesse riputatakse keraamilisest materjalist, puidust, tselluloidist või kõvakummist kurna, mis on täidetud vajaliku hulga vasksulfaadiga. Spetsiaalse kurna puudumisel võib vasksulfaadi siduda ka mitte väga tihedasse puuvillasesse või lina-sesse riidesse (joon. 67). Sel viisil lahustub vasksulfaat hästi, vajudes kogu aeg läbi kurna anuma põhja, ühtlasi jääb kurnale kõik vasksulfaadis leiduv mustus. Lahustumist soodustab veel vee kasutamine, mille temperatuur on umbes 50° . Saadud lahusele lisatakse kaalutud kogus retsepti järgi kontsentreeritud hapet ning elektrolüüt on valmis.



Joon. 67. Vasksulfaadi lahustamine.

b. Vasetamiselektrolüüdi analüüs

Vasksulfaadi sisalduse kindlaksmääramiseks valmistatakse neli erinevat lahust:

1. lahuse valmistamiseks võetakse 10 ml vannielektrolüüti, millele lisatakse 100 ml destilleeritud vett;

2. lahuse valmistamisel võetakse 10 g kaaliumjodiidi, mis lahustatakse 90 milliliitris destilleeritud vees;

3. lahus valmistatakse 39 grammist naatriumtiosulfaadist ja ühest liitrist veest;

4. lahus valmistatakse tärglisest.

Esimesele lahusele lisatakse 20 ml teist lahust ja indikaatorina 3 ml neljandat lahust. Nüüd tilgutatakse väikest mõõtsilindrist juurde naatriumtiosulfaadi lahust (3. lahus) ja segatakse kogu aeg. Tiitrimine lõpetatakse, kui lahuse värvus muutub kollakaks. Lahuses oleva vase koguse üle otsustatakse äratarvitatud naatriumtiosulfaadi koguse järgi milliliitrites. Nimelt tiitrimisel äratarvitatud naatriumtiosulfaadi hulga kuupsentimeetrites vastab teatud vase hulk grammides 1 liitri vannilahuse kohta. Vasksulfaadi hulk leitakse, kui saadud vase hulk korrutatakse 3,92-ga, s. o. arvuga, mis näitab vase ja vasksulfaadi koguste suhet.

Näide: Tiitrimisel tarvitati ära 49,5 ml naatriumtiosulfaadi lahust. Seega vase hulk elektrolüüdi ühe liitri kohta on 49,5 g ja vasesulfaadi hulk $49,5 \cdot 3,92 = 194,0$ g/l.

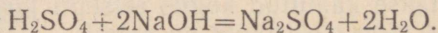
Väävelhappe hulga määramiseks valmistatakse kaks lahust:

1. lahuse valmistamiseks lisatakse 10 ml elektrolüüdile 90 ml vett;

2. lahus valmistatakse veest ja naatriumhüdrosüüdist, mida võetakse 40 g/l.

Analüüsimisel lisatakse esimesele lahusele indikaatorina metüüloranži, mille tõttu lahus muutub punaseks. Nüüd lisatakse tilkhaaval teist lahust nii palju, et lahus muutub oranžiks, s. o. neutraalseks. Analüüsimisel kasutatud naatriumhüdrosüüdi lahuse hulga järgi otsustatakse vannis oleva väävelhappe hulga üle.

Analüüsimisel toimus järgmine reaktsioon:



Kasutades järgnevas näites toodud arvutamise viisi, leiamegi väävelhappe koguse.

Näide: Tiitrimisel kasutati 9,5 ml naatriumhüdrosüüdi lahust. See sisaldab naatriumhüdrosüüdi $0,04 \cdot 9,5 = 0,38$ g. Asetades arvud eeltoodud reaktsioonivõrrandisse saame:

$$\begin{aligned} 98x + 0,38 &= 142x + 36x \\ x &= 0,00475 \text{ g.} \end{aligned}$$

Seega on väävelhappe hulk $0,00475 \cdot 98 = 0,466$ g 10 ml vannilahuse kohta. Üks liiter vannilahust sisaldab hapet 100 korda rohkem, s. o. 46,6 g.

Näide: Vasksulfaadi täiendamine.

Vannis peaks olema mingi retsepti kohaselt vasksulfaati	250	g/l.
Tegelikult aga on	194	g/l.
<hr/>		
Vajalik täiendus	56	g/l.

Väävelhappe täiendamine.

Väävelhapet peaks olema	75	g/l.
Tegelikult aga on	46,6	g/l.
<hr/>		
Vajalik täiendus	28,4	g/l.

Mingi teise retsepti puhul on vasksulfaati vähe, väävelhapet palju.

Vajalik vasksulfaadi hulk on 250 g/l, tegelikult on 194 g/l.

Vajalik väävelhappe hulk on 30 g/l, tegelikult on 46,6 g/l.

Väävelhappe liig $46,6 - 30 = 16,6$ g/l muudetakse vasksulfaadiks. Ühe grammi väävelhappe muutmiseks vasksulfaadiks on tarvis 1,3 g 50%-list vaskkarbonaati. Sel viisil tõuseb vanni vasksulfaadi sisaldus $16,6 \cdot 2,55^1 = 42,3$ g/l. Seega sisaldaks elektrolüüt pärast vaskkarbonaadi lisamist vasksulfaati $194 + 42,3 = 236,3$ g/l. Juurde tuleks lisada veel $250 - 236,3 = 13,7$ g/l vasksulfaati.

Märkus. 2,55 on CuSO_4 ja H_2SO_4 molekulaalude suhe. Kui 1 g väävelhapet neutraliseeritakse vaskkarbonaadiga vasksulfaadiks, siis tõuseb vanni 1 liitri vasksulfaadi sisaldus vastavalt 2,55 g.

Happelisi elektrolüüte puhastatakse orgaanilistest lisanditest, kolloididest jne. oksüdeerimise teel. Oksüdeerimiseks lisatakse vanni elektrolüüdi iga 10 l kohta 200—300 g vesinikülihapendit ja keedetakse. Pärast keetmist ja jahutamist kõrvaldatakse sifooni abil peale kogunenud vedelik ning jääk filtreeritakse.

Elektrolüüdi pinda saab õlidest ja vaikudest puhastada filter- või ajalehepaberiga. Paber asetatakse elektrolüüdi pinnale ja õli imenduvad sellesse.

c. Vasetamisel esinevad vead

Ve a iseloomustus	Võimalik põhjus	Ve a kõrvaldamine
1. Kattekiht on pehme.	a. Elektrolüüt vähe happene. b. Elektrolüüt on liiga kuum.	a. Korrigeerida pH. b. Jahutada elektrolüüti.
2. Kattekiht on liiga kõva.	Elektrolüüt sisaldab kolloide.	Kõrvaldada orgaanilised ained oksüdeerimise teel.
3. Kattekiht on tahmane	a. Elektrolüüdis on tolmu ja teisi orgaanilisi aineid. b. Vool on liiga tugev. c. Elektrolüüdi pinnal on õli, vaiku või rasva. d. Elektrolüüt on liiga külm. e. Elektrolüüdis on liigselt orgaanilisi aineid.	a. Elektrolüüt iiltreerida. b. Vähendada voolutugevust. c. Puhastada elektrolüüdi pind. d. Soojendada elektrolüüti. e. Oksüdeerida elektrolüüti.
4. Kattekiht on rabe.	a. Elektrolüüt sisaldab orgaanilisi lisandeid. b. Vool on liiga tugev	a. Oksüdeerida elektrolüüti. b. Vähendada voolutugevust.
5. Elektrolüüt ei lase 15—20° juures voolu läbi.	Anoodid on polariseeritud.	Anoodid puhtaks kraapida. Võimalusel korral lisada veel anode. Soojendada elektrolüüti.

d. Vasetamine ilma vooluallikata

Eeskujulikult puhastatud, peitsitud ja rasvast vabastatud metallesemad või detailid kastetakse mõneks sekundiks vastavasse vasesoola lahusesse, kus toimub taandamisreaktsioon ja esemed kattuvad õhukese vasekihiga. Sel viisil vasetatakse tihti naelu, neete ja traati.

Terase ja vasesulamite vasetamiseks kasutatavad lahused:

Komponendi nimetus	Kontsentratsioon g/l			
	Lahus I	Lahus II	Lahus III	Lahus IV
Vasksulfaat	10,0	7,5	5,0	12
Väävelhape (kontsentreeritud)	10,0	3,8	1,0	7
Sidrunhape	—	—	8,0	—
Tina (II) kloriid	—	—	—	1

Tsingi vasetamiseks kasutatakse lahust:

vasksulfaati 150 g/l,
 ammoniumhüdrosüüdi (25%-line) 300 g/l.

Ammooniumhüdrosüüd lisatakse lahusele väikestes annustes, kogu aeg segades, kuni lahus omandab taevassinise värvuse. Väikesed esemed asetatakse korviga lahusesse ja raputatakse, kuni nad on vasega kattunud. Sellele järgneb kohe loputamine ja kuivatamine saepurus. Selle lahusega vasetatakse ka suuri tsinkplekist tahvleid. Puhastatud ja veega märjaks tehtud tsinkplekk tõmmatakse kiiresti lahusesse kastetud pintsliga üle. Seejärel pestakse plekk sooja veega ja kuivatatakse.

Alumiiniumi vasetamiseks kasutatakse järgmist lahust:

vaskkloriidi 100 g,
 kaaliumkloriidi 200 g,
 vett 1 l.

Lahuse temperatuur on ca 50°. Pärast vasetamist toimub kohe esemete loputamine veega ja saepurus kuivatamine.

e. Vasekihi paksus ja selle määramine

Poleerimiseks kohase vasekihi paksus on umbes 10 mikronit. Vase hulga eraldamise kohta galvaniseerimisel annab ülevaate tabel 15.

Vasekihi paksuse määramiseks tilgameetodil kasutatakse järgmist lahust:

destilleeritud vett 1000 ml,
 hõbenitraali 44 g.

Lahust hoitakse tumedas pudelis. Kasutamisel tilgutatakse vastavale kohale üks tilk lahust. Minuti möödumisel

(aega mõõdetakse stopperiga) kuivatatakse tilk ja tilgutatakse samasse kohta uus tilk lahustajat. Oodatakse jällegi üks minut. Seda korratakse seni, kuni alusmetall nähtavale ilmub. Vasekihi paksuse leidmiseks korrutatakse tilkade arv iga tilga poolt lahustatud kihi paksusega. Viimane muutub olenevalt analüüsi teostamise temperatuurist järgmiselt:

17° C	juures	lahustub	ühe	minuti	jooksul	1,01	μ,
18° C	"	"	"	"	"	1,03	μ,
19° C	"	"	"	"	"	1,05	μ,
20° C	"	"	"	"	"	1,08	μ,
21° C	"	"	"	"	"	1,11	μ,
23° C	"	"	"	"	"	1,16	μ.

31. TSINKIMINE

a. Tsinkimisvannide koostis

Tsink on paljukasutatav kattermetall terasesemete ja -traadi korrosioonikindluse tõstmiseks. Kõige rohkem kasutatakse kuum- ja galvaanilist tsinkimist. Galvaanilise tsinkimise eelised võrreldes kuumtsinkimisega on:

1. kattekihil on suurem vastupidavus hapetele,
2. tsinkimine on odavam,
3. töötada saab toatemperatuuril,
4. kattekiht liitub alusmetalliga tugevamini.

Sagedamini kasutatakse tuhmilt töötavaid elektrolüüte. Kõige lihtsam elektrolüüt koosneb tsinksulfaadist, ca 200 g/l. Juhtivuse tõstmiseks ja seega tööpinge alandamiseks lisatakse elektrolüüdile ka ammooniumsulfaati. Püsiva happesuse säilitamiseks lisatakse vanni boorhapet. Lihtsa tsinkimisvanni elektrolüüt tasapinnaliste esemete tsinkimiseks sisaldab:

tsinksulfaati	150 g,
ammooniumsulfaati	50 g,
boorhapet	10 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1 A/dm², pinge elektroodide vahekaugusel 15 cm on 2,5 V, temperatuur 15–20°, pH=4–4,2, vanni elektrolüüdi erikaal ca 1,19.

Väga peeneteralisi, heledaid ja tugevaid katteid saadakse elektrolüüdiga, mis sisaldab:

tsinksulfaati	215 g,
alumiiniumsulfaati	30 g,
naatriumsulfaati	50—100 g,
dekstriini	10 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on seisva elektrolüüdiga vannides 1—2 A/dm², segatava elektrolüüdi puhul 3—5 A/dm². Elektrolüüdi pH=3,8—4,4 ja temperatuur 20° C.

Kiirtsinkimiseks kasutatakse järgmise koostisega elektrolüüti:

tsinksulfaati	440 g,
väävelhapet	1 g,
boorhapet	20 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 10—50 A/dm², temperatuur 30—40° C.

Läikiva tsingikihi saamiseks kasutatakse nikeldamisel toodud disulfonaftaliinhapet. Vastav retsept on järgmine:

tsinksulfaati	215—430 g,
alumiiniumsulfaati	30 g,
naatriumsulfaati	50—100 g,
disulfonaftaliinhapet	2—4 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 3 A/dm² ja enam, pH=3,8—4,4, temperatuur mitte üle 25°. Kvaliteetse läikiva tsinkkatte saamiseks tuleb meeles pidada järgmist:

1. anoodid valmistatakse elektrolüüttsingist,
2. vanni happesus reguleeritakse naatriumleelise, sooda või metalse tsingiga,
3. suurem voolutugevus soodustab parema läike tekki- mist,
4. töötemperatuur ei tohi olla lubatust kõrgem, sest siis muutub kate tuhmiks,
5. soovitav on elektrolüüti segada suruõhuga,
6. elektrolüüti on soovitav sageli filtreerida.

Tsinkimisel tuleb üldiselt tähele panna järgmist. Tavalistes elektrolüütides kohasem pH=3,5—4,5. Alumiiniumsoolade lisamine muudab katte heledamaks ja siledamaks. Karastatud ja valuterasest esemed kattuvad siis paremini tsingiga kui neid enne vanni asetamist peitsida lämmastikhappes (1:3 või 1:4) ja pärast seda kohe tugevasti sooja veega loputada. Loputusvesi ei tohi sisaldada kloriide. Elektrolüüt peab eriti vase- ja rauaühenditest puhas olema. Elektrolüüti rikuvad sageli ka madala kvaliteediga anoodid. Anoodide alumiiniumisisaldus kuni 0,5

mõjub tsinkimisel hästi. Pärast töö lõpetamist peab anoodid vannist välja tõstma, kuna nad reageerivad happese elektrolüüdiga.

Et tavalistes tsinkimisvannides galvaniseeritud esemele anda paremat läiget ja ilmastikukindlust, töödeldakse neid mõne sekundi jooksul vastavates lahustes. Neist lahustest on lihtsaim 0,25—0,5%-line lämmastikhape. Tööstustes koostatakse nimetatud lahus järgmiselt:

kroomhapet	300	g,
naatriumsulfaati	15	g,
lämmastikhapet	5	g,
vett	1	l.

b. Tsinkimine ilma vooluallikata

Vase ja vasesulamite tsinkimiseks kasutatakse järgmist lahust:

naatriumhüdrosüüdi	100	g,
tsingitolmu	100	g,
vett	1	l.

Tsingitavad esemed kastetakse kuuma naatriumhüdrosüüdi lahusesse, millele lisatakse tsingitolmu. Selle lahusega võib enne galvaniseerimist tsinkida ka alumiiniumi.

Terase tsinkimiseks kasutatakse nn. kontaktmenetlust, mis võimaldab galvaanilist katmist ilma välise vooluallikata. See on rakendatav nende metallide puhul, mis potentsiaalreas asuvad teineteisest hästi kaugel, kusjuures kattekiht tekib väärismetallidest. Selle menetluse juures ümbritsetakse töödeldav ese vastavast metallist traadi, pleki või koguni väikeste tükikestega selliselt, et kaetav ese oleks viimastega ühenduses — kontaktis, mis tekitab lühisitatud galvaani elemendi. Seejuures lahustub kontaktmetall ja läheb üle elektrolüüti, kuna elektrolüüdi metall sadestub eseme pinnale.

Nii näiteks kasutatakse terase tsinkimiseks tsinkloriidi ja ammoniumkloriidi vesilahust, kuhu asetatakse tsingitavad terasesemed kontaktis tsingitükkidega.

c. Tsingikihi paksuse määramine

Tsingikihi paksus, olenevalt galvaniseerimise ajast ja kasutatavast voolutihedusest, on esitatud tabelis 14.

Tsingikihi paksust tilgameetodil määratakse analoogili-

selt niklikihhi paksuse määramisega (p. 29, f). Seetõttu antakse siin ainult retsept ja andmed selle kohta, kui paks tsingi kiht ühe minuti jooksul antud temperatuuri juures lahustub. Lahustaja retsept on järgmine:

kaaliumjodiidi	200 g,
joodi (kristalset)	100 g,
destilleeritud vett	200 ml.

Retseptis toodud ained lahustatakse 200 milliliitris destilleeritud vees. Seejärel lisatakse niipalju puhast vett, et lahustajat saaks 1 liiter.

Antud retsepti puhul lahustub:

25° C juures ühe minuti jooksul	1,45 μ,
20° C " " " "	1,24 μ,
15° C " " " "	1,04 μ,
10° C " " " "	0,78 μ.

Läiktsinkimise puhul tuleb leitud tsingikihi paksus korrutada teguriga 0,8.

Tsinkimisel normaalse iöörežiimi puhul peab tekkiv tsinkkate olema sile, tihe ja heleda värvusega. Kui tekib tume kate, siis on see tunnuseks, et vanni elektrolüüdis on ebasoovitavaid lisandeid: vase- ja rauasooli või liigseid orgaanilisi aineid, nagu liimi, želatiini, äädikat, atsetooni ja muud. Ebasoovitavatest metallisooladest vabastatakse elektrolüüt sel teel, et leelise lisamisega viiakse pH 5—5,5-ni ja lisatakse 0,8 g/l tsingitolmu ning lülitatakse vann vooluvõrku. Orgaanilistest ainetest vabastamine toimub elektrolüüti asetatud aktiveeritud söe abil, mille pooridesse imuvad kahjulikud lisandid.

Üheks sageli esinevaks veaks tsinkimisel on see, et keerulise kujuga esemetel tekib väga ebaühtlase paksusega kattekiht. Siin on heaks abinõuks lisaanoodide asetamine vanni.

32. TINAGA KATMINE

a. Vannide koostis

Tina on hõbedase läikega pehme metall. Tinakiht liitub tugevasti isegi mõõdukalt puhastatud alusmetalliga. Kuna tina ei anna mürgiseid ühendeid toiduainetega, siis kasutatakse teda laialdaselt toiduainetetööstuses plekkanumate

katmisel. Tina ei ühine ka väävelvesinikuga ja säilitab oma hõbedase värvuse. Seevastu tuhmub hõbe küllaltki kiiresti ainult atmosfääris leiduva väävelvesiniku toimel.

Vanemaid tinaga katmise viise on puhastatud esemete kastmine sulatinasse. Kaasajal konkureerib mainitud katmisviisiga mitmes tööstusharus edukalt ka galvaaniline tinutamine. Galvaanilisel teel tinaga katmise eelisteks on:

1. metalli kokkuhoid,
2. igasuguse paksusega kattekihtide saamine,
3. töö on puhtam ja hügieenilisem (tekib vähem ter-
vistkahjustavaid aure),
4. töötamine toimub toatemperatuuril.

Galvaanilise menetluse puudusteks on:

1. kate on tuhm ja läike saamiseks vajab järeltöö-
lemist,
2. galvaniseerimisseade nõuab palju ruumi,
3. ei toimu plekist nõude ühendusvaltside tihendumist,
nagu kuumalt tinaga katmisel,
4. kattekihi vastupidavus keemilisele toimele on
väiksem.

Galvaanilisel tinaga katmisel kasutatakse nii happeseid kui ka leelisi elektrolüüte.

Segatava happese elektrolüüdi puhul kasutatakse voolu-
tihedust 10 A/dm² ja enam, kuna leeliste elektrolütide
puhul ei ületata 4 A/dm². Seega on võimalik sama aja
vältel segatavate happeste elektrolütidega saada tundu-
valt paksemat kihti. Peale aeglase kattumise on leelis-
vannide puuduseks veel asjaolu, et nendes saadav katte-
kiht muutub kergesti kohevaks, mida ei esine aga happese
elektrolüüdiga vannide kasutamisel. Happeseid elektrolüüte
eelistatakse veel seepärast, et nad ei vaja soojendamist ja
nende tööpinge on madalam.

Leeliste elektrolütide eeliseks on aga see, et nende
abil saadav kattekiht on peeneteralisem ja siledam.

Alljärgnevalt tuuakse mõnede happeste elektrolütide
retsepte. Neist lihtsaim, kuid mitte parim, on järgmine:

tina(II)sulfaati	30 g,
väävelhapet (kontsent.)	70 g,
tisleriliimi	15 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1—2 A/dm². Soovitav on elektrolüüti
segada ja soojendada kuni 40°-ni. Sulfaat valmistatakse
p. 11 kirjeldatud viisil.

Galvaniseerides elektrolüüdiga, mille koostises on:

tina(II)sulfaati	54	g,
väävelhapet (kontsent.)	100	g,
kresooli või fenooli	20—30	g,
tisleriliimi	2,5	g,
vett	1	l,

võib seisva elektrolüüdiga vannides kasutada voolutihedust 2—5 A/dm², suruõhuga segatavate elektrolüütide puhul aga kuni 10 A/dm². Elektrolüüdi temperatuur hoitakse 20—30° piirides.

Kõigile happetele elektrolüütidele lisatakse liimaineid — kolloide. Kolloidide lisamine on vajalik selleks, et saada peenemateralist katet. Ilma kolloidideta kasvavad tina kristallid pidevalt ja nad ei ühine üksteisega tihedaks kattedeks.

b. Leelised elektrolüüdid

Leelise elektrolüüdiga tinavanne kasutatakse kõikjal, kus vajatakse võimalikult siledat katet. Nende elektrolüütide eeliseks on veel see, et elektrolüüt ei söövita vanni materjali ja toimib ka rasvast vabastajana. Puuduseks on aga kõrge töötemperatuur — 70—90°, väike voolutihedus ja pidev tinasoolade lisamise vajadus.

Seisva elektrolüüdiga vanni retsept:

naatriumstannaati	90	g,
naatriumhüdroksüüdi	10—15	g,
naatriumatsetaati	15	g,
naatriumperboraati	0,5	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 2—3 A/dm², pinge 4—6 V, temperatuur 70—80°. Häid katteid annab ka järgmise koostisega elektrolüüt:

naatriumstannaati	50—100	g,
naatriumhüdroksüüdi	8—15	g,
naatriumatsetaati	20—30	g,
vett	1	l.

Voolutihedus on 2—4 A/dm², temperatuur 65—70°. Nagu antud elektrolüüdi koostisest selgub, võib kemikaalide kogus vannis õige laiades piirides muutuda.

Elektrolüüdi valmistamiseks võib kasutada ka tinakloriide. Tina(II)kloriid-elektrolüüt oleks järgmine:

tina(II)kloriidi	40 g,
naatriumhüdrosüüdi	60 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,5 A/dm², temperatuur 60—70°.

Tina(IV)kloriid-elektrolüüt:

tina(IV)kloriidi	107 g,
naatriumhüdrosüüdi	89 g,
naatriumatsetaati	15 g,
vett	1 l.

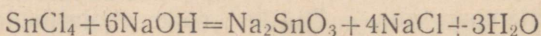
Voolutihedus 1,5—2 A/dm², temperatuur 65—70°.

Tinaga galvaniseerimiseks kasutatakse ka lahustumataid raud- või nikkelanooide. Elektrolüüdi koostis oleks järgmine:

naatriumstannaati	85 g,
naatriumhüdrosüüdi	15—20 g,
vett	1 l.

Voolutihedus 1,5—2 A/dm², temperatuur 70—75°. Tööprotsessi ajal lisatakse elektrolüüdile täiendavalt veel naatriumstannaati.

Naatriumstannaat valmistatakse tinakloriidist. Valmistamiseks võetakse reaktsiooni võrrandist

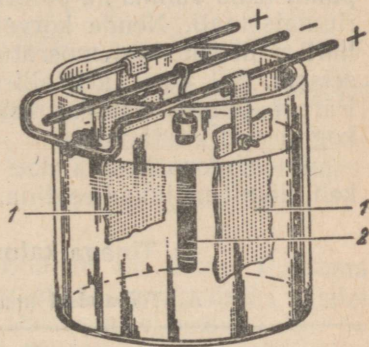


arvutatavas koguses tina(IV)kloriidi ja naatriumhüdrosüüdi. Tinakloriidist ja naatriumhüdrosüüdist valmistatakse vesilahused. Lahuseid kuumutatakse 60—70°-ni ja valatakse kokku. Tekib naatriumstannaadi lahus, milles leidub lahustumatut tinahapet. Sade filtreeritakse. Seejärel teostatakse analüüs nii stannaadi kui ka hüdrosüüdi kindlakstegemiseks ja lisatakse siis retseptis ettenähtud koguses muud ained ning elektrolüüt tinaga katmiseks on valmis.

Järgnevalt kirjeldatakse tinaga katmise elektrolüüdi koostamist valgepleki jäätmete baasil. Valgepleki tinakatte paksus on mitmesugune — harilikult alla 1,0 μ. Valgeplekk, millest valmistatakse piimanõusid ja mitmesuguseid teisi majapidamistarbeid, on kaetud ca 0,2 μ paksuse tinakattega. Seega ühelt ruutdetsimeetrilt sellise pleki jäätmetelt saab tina ca 0,3 g ja naatriumstannaati ca 0,3 · 100 : 44,5 = 0,7 g. Nii tuleks ühe liitri elektrolüüdi koostamiseks, milles naatriumstannaadi hulk on 50 g, kasutada 71 dm² kahepoolse tinakattega valgepleki jäätmeid.

Tina eraldamine valgepleki jäätmelt toimub elektrolüüsi abil. Anoodideks on plekijäätmel, katoodeks söepulgad (joon. 68) ja elektrolüüdiks naatriumhüdrosüüdi lahus (80 g/l). Elektrolüüs toimub voolutihedusel 4 A/dm² ja pingel 4–6 V. Elektrolüüdi temperatuur hoitakse üle 70°. Elektrolüüsimisel tekib algul tinahüdrosüüd. See reageerib omakorda naatriumhüdrosüüdiga, mille toimele tekib vajalik tinaühend. Elektrolüüsil väheneb pidevalt naatriumhüdrosüüdi hulk. Seega peab elektrolüüti aeg-ajalt naatriumhüdrosüüdiga täiendama.

Elektrolüüsi lõpul lahus filtreeritakse. See sisaldab tinasoola ja naatriumhüdrosüüdi. Lahust võib kohe kasutada galvaniseerimiseks. Selleks soojendatakse lahust 70°-ni ja vanni asetatakse söe-elektroodide asemel tinaga kaetavad esemed. Anoodidena kasutatakse jälle valgepleki jäätmel. On võimalik, et vann ei anna korralikku kattekihti, sest kirjeldatud viisil saadud elektrolüüdi koosseis on liiga ebamäärane. Elektrolüüdi koosseisu võib korrigeerida järgmiste tähelepanekute alusel.



Joon. 68. Tina eraldamine valgepleki jäätmelt: 1 — valgepleki jäätmel, 2 — süsielektroodid.

Leeliste elektrolüütide puhul otsustatakse selle kvaliteedi üle anoodide värvuse järgi. Normaalses elektrolüüdis on anoodid rohekaskollased. Liiga suure voolulugevuse puhul on anoodid mustad või rohekaskollased, tumedate laikudega. Hall või valge värvus on liiga suure naatriumhüdrosüüdi kontsentratsiooni või liiga väikese voolutugevuse tõendiks.

Liiga kõrgel temperatuuril muutub elektrolüüt mustaks. Normaalne elektrolüüt on kollakas või värvusetu. Temperatuuri langemisel muutub kattekiht mustaks.

Õigel töörežiimil eraldub anoodidel hapnik. Kui hapnikku ei eraldu, kujuneb esemeil kohev, hall, sette- taoline kattekiht ja elektrolüüt muutub mustaks. Leelise koostisega vannid töötavad harilikult pingega 4–6 volti. Kui pinge on madalam, siis on vannis naatriumhüdrosüüdi

süüdi liiga palju. Pinge võib osutuda madalaks ka siis, kui elektrootide vahekaugused ei ole õiged — suurema elektrootide vahekauguse puhul on vajalik kõrgem pinge. Samuti olgu anoodi ja katoodi pindalade suhe õige ja nimelt 2:1.

Üleliigne naatriumhüdroksüüdi hulk neutraliseeritakse elektrolüüdile 10%-lise äädikhape lisamisega, kusjuures elektrolüüti segatakse tugevasti. Kui galvaniseerimisel tekib esemeil kohev kattekiht, tuleb see esemeilt kõrvaldada ja elektrolüüt normikohaseks muuta. Leeliste elektrolüütide puhul tekib vannis ka pidevalt naatriumkarbonaati ja naatriumatsetaati. Nende kõrvaldamiseks jahutatakse elektrolüüti vähemalt toatemperatuurini ja jäetakse mõneks ajaks seisma. Sel viisil kristalliseeruvad mainitud ained välja. Pärast lahuse vannist eemaldamist puhastatakse vann kogunenud kristallidest.

Anoodidena kasutatakse puhtast tinast elektroode. Eriti kahjulikult mõjuvad seatina, antimon ja nitraatide lisandid.

c. Tinaga katmisel esinevad vead

A. Töötamisel happeste elektrolüütidega

Vea iseloomustus	Võimalik vea põhjus	Vea kõrvaldamine
1. Kattekiht on teraline.	Vannis kolloide vähe.	Lisada retsepti kohaselt tiseriliimi.
2. Kattekiht kohev.	a. Voolutugevus liiga suur. b. Vann happevaene.	a. Vähendada voolutugevust. b. Lisada hapet.
3. Kattekiht kasvab servadest üle.	Anoodide pind liiga suur.	Vähendada anoodide pinda.
4. Kattekihhis esineb lahtisi kohti.	a. Elektrolüüdi kontsentratsioon liiga suur. b. Elektrolüüdis vähe kolloide. c. Elektrolüüt happevaene.	a. Elektrolüüti lahjendada või galvaniseerimisel segada. b. Lisada tiseriliimi. c. Lisada hapet.
5. Seestpoolt tinaga katmisel jäävad õõnsustesse tumedad laigud.	Õõnsustes tekib katoodide sete.	Elektrolüüt vajab filtreerimist.

B. Töötamisel leeliste elektrolüütidega

Vea iseloomustus	Võimalik vea põhjus	Vea kõrvaldamine
1. Anoodid muutuvad mustaks või tekivad mustad plekid kollasel põhjal.	a. Anoodvooli liiga tugev. b. Vaba naatriumhüdroksüüdi on vähe.	a. Vähendada anoodvoolu tugevust. b. Lisada naatriumhüdroksüüdi 3 g/l.
2. Vool langeb ja anoodid kattuvad settega.	Vaba naatriumhüdroksüüdi on vähe.	Lisada naatriumhüdroksüüdi 3—4 g/l.
3. Anoodid on metallselt läikivad	a. Anoodvool nõrk. b. Vaba naatriumhüdroksüüdi on palju.	a. Suurendada anoodvoolu. b. Lisada 10% _Δ -list äädikhapet.
4. Pinge langeb ja anoodid muutuvad valgeks.	Temperatuur liiga kõrge.	Jahutada elektrolüüti.

Galvaanilisel teel saadud tinakate on tuhm. Paksema kattekihi puhul poleeritakse esemeid läike saamiseks käsitsi peene liivaga (mereliivaga). Poleerimisel kasutatakse ka veel käsiharja. Õhemate katete juures ei saa mehhaanilisi vahendeid kasutada. Seepärast soovitatakse menetlust, kus galvaniseeritud esemed kastetakse vedelikku, mille koostises on:

tsinkkloriidi küllastatud lahust	1 osa,
vett	1 osa,
alkoholi	1 osa.

Järgnevalt lastakse esemed peaaegu täiesti kuivada ja asetatakse siis ahju, kus on tina sulamistemperatuur. Esemeid hoitakse ahjus, kuni tina hakkab sulama. Tina hangumisel tekib esemetele ühtlane läikiv kate.

d. Tinaga katmine ilma vooluallikata

Väikesi esemeid kaetakse kontaktmenetlusel või tinutamisedvedelikku kastmisega. Kastmise teel saadav kate on väga õhuke. Paksemaid katteid saadakse aga kontaktmenetlusel näiteks tsingiga.

Üks vooluallikata katmise viise on järgmine. Puhastatud, peitsitud ja rasvast vabastatud esemed paigutatakse

kontaktis tsingitükkidega mittemetalsele või tsingist sõelale ning kastetakse siis järgnevasse lahusesse:

tina(II)kloriidi	25 g,
naatriumhüdroksüüdi	60 g,
vett	1 l.

Lahusele on lisatud õige vähe soolhapet. Et esemed saavutaksid kõikjal hea kontakti tsingitükkidega, raputatakse neid pidevalt sõelal. Kui soovitakse saada paksemat katet, vältab operatsioon tund aega ja enamgi. Tööstuslik kontaktmenetlusel töötav seade koosneb puidust trumlist, mida käivitatakse mehaaniliselt kiirusega 10—12 pööret minutis. Vastav lahus, tinaga kaetavad esemed ja tsingitükid asetatakse trumlisse sageli koos nii suure hulga lehtpuidu saepuruga, et tekib paras puder. Säärase töötlemisviisi juures omandavad esemed ka läike.

Terase, malmi, vase jt. metallide tinaga katmiseks valmistatakse järgmine lahus:

viinakivi	10 g,
tina(II)kloriidi	50 g,
vett	1 l.

Lahus määratakse esemetele lapi või käsnaaga. Sama lapiga võetakse selleks klaasile puistatud tsingitolmu ja hõõrutakse hoogsalt tinutatavatele esemetele. Paksema katte saamiseks korratakse operatsiooni mitu korda. Lõpuks loputatakse esemeid veega ja puhastatakse kriidiga (hambapulbriga).

Esemeid saab katta õhukese tinakihiga kastmismenetlusele veel järgmise lahuse abil:

tina(II)kloriidi	30 g,
naatriumhüdroksüüdi	60 g,
vett	1 l.

Kui soovitakse saada kroomisarnase läikega tinakatet, kaetakse esemed enne lahusesse kastmist hõbedaga.

Valgevast esemetel saadakse eriti hele kate, kui neid enne tinaga katmist vasetatakse kastmismenetlusel.

Alumiiniumi katmiseks tinaga kasutatakse järgmist lahust:

naatriumstannaati	6—9,4 g,
naatriumhüdroksüüdi	
mitte üle	9,4 g,
vett	1 l.

Esitatud lahus sobib ka tsingi katmiseks tinaga.

Tinaga katmisel ilma vooluallikata hoitakse lahuste temperatuur võrdlemisi kõrgel (90—100°).

e. Tinakihi paksus ja selle määramine

Tabel 28

Happeses elektrolüüdis kujuneva tinakihi paksus

Aeg min.	Voolutihedus A/dm ²			
	1	2	3	5
	Tinakihi paksus μ			
1	0,46	0,92	1,38	2,30
5	2,30	4,60	6,90	11,50
10	4,60	9,20	13,80	23,00
20	9,20	18,40	27,60	46,00
30	13,80	27,60	41,40	69,00
60	27,60	55,20	82,80	138,00
90	41,40	82,80	134,20	207,00
120	55,20	110,40	165,60	276,00
300	138,00	276,00	414,00	690,00

Tabel 29

Leelises elektrolüüdis kujuneva tinakihi paksus

Aeg min.	Voolutihedus A/dm ²			
	0,5	1	2	3
	Tinakihi paksus μ			
1	0,077	0,154	0,308	0,462
5	0,385	0,770	1,540	2,310
10	0,770	1,540	3,080	4,620
20	1,540	3,080	6,160	9,240
30	2,310	4,620	9,240	13,860
60	4,620	9,240	18,480	27,720
90	6,930	13,860	27,720	40,580
120	9,240	18,480	36,960	55,440
300	2,310	46,300	92,400	138,600

Tinakihi paksuse kindlaksmääramiseks tilkmeetodil kasutatakse järgmist lahust:

vasksulfaati	70 g,
ammooniumnitraati	70 g,
soolhapet (erik. 1,018)	70 ml,
vett	1 l.

Valmistamisel kasutatakse mõõtekolbi, kus 500 ml destilleeritud vees lahustatakse retseptis märgitud ained. Seejärel lisatakse kolbi vett kuni ühe liitrini. Üks tilk lahustajat lahustab poole minuti jooksul 0,22 mikroni paksuse tinakihi, kusjuures lahustaja temperatuur on 15—25°.

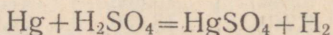
33. HÖBETAMINE

a. Vannide koostis

Hõbedaga katmise eel on peale eeskujuliku puhastamise ja peitsimise ning rasvast vabastamise vajalik veel ka elavhõbesoolaga töötlemine (amalgaamimine). Nimelt, kui viia vask, valgevask või mõni teine vasesulam elavhõbesoolaga eelnevalt töötlemata otse hõbetamisvanni, tõrjub hõbetatav metall lahusest hõbede välja ja kattub ise õhukese hõbede korruga, mis ei ole aga küllalt püsiv. Et vältida otsesest hõbedakorra tekkimist kaetaval metallil, tekitatakse metallil elavhõbesoola sisaldava lahusega amalgaamikiht. See seob kattekihi tugevalt alusmetalliga. Selliste lahuste koostises on:

Lahus A. Soolhapet (kontsent.)	550 g,
keedusoola	150 g,
kaltsineeritud soodat	80 g,
elavhõbekloriidi	100 g,
vett	1 l.
Lahus B. Elavhõbesulfaati	100 g,
lämmastikhapet (kontsent.)	160 g,
vett	1 l.

Laboratoorsel teel valmistatakse eeltöötlemisvedelik järgmiselt. Algul valmistatakse kontsentreeritud väävelhapest ja elavhõbedast elavhõbesulfaat. Ained võetakse võrrandist



arvutatavas koguses. Reaktsioon toimub hästi keetmisel. Tekib pisut hallikas peenekristalliline elavhõbesulfaat. Saadud elavhõbesulfaadi kogusele lisatakse eelpool toodud retsepti (retsept B) alusel kontsentreeritud lämmastikhapet ja vett.

Tähelepanu! Kõik elavhõbesoolad, eriti elavhõbekloriid, on väga mürgised, mis-

tõttu neid tuleb käsitada suure ettevaa-
tusega (esmaabi vt. p. 10).

Hõbedaga katmisel kasutatakse peamiselt tsüaanid-
sooli. Et tsüaanidsooli sisaldavad elektrolüüdid on väga
mürgised, siis neid siin ei käsitata. Tsüaanivabad elektro-
lüüdid on järgmise koostisega.

Lahus A. Hõbenitraati	15—30 g,
ammooniumlaktaati	30—50 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1 A/dm². Kattekiht on peeneteraline.

Lahus B. Hõbejodiidi	40 g,
kaaliumjodiidi	370 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1 A/dm². Katte värv sarnaneb kullaga.

Lahus C. Hõbekloriidi	40 g,
naatriumtiosulfaati	170 g,
naatriumbisulfitit	20 g,
naatriumsulfaati	50 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,3—0,5 A/dm².

Anoodidena kasutatakse harilikult peenhõbedat. Anoo-
dide ja esemete pindalad võetakse võrdsed. Hõbetamine
toimub segatava elektrolüüdi puhul kiiremini. Sellisel juhul
asetatakse anoodid flanellriidest kottidesse.

Kasutatav hõbekloriid peab olema värskelt valmistatud
või vee all säilitatud, muidu ta ei lahustu.

Hõbetamise vältel, kui umbes pool aega on möödunud,
loputatakse ese puhtas vees ja harjatakse valgevasest har-
jaga üle. Seda tehakse kontrollimise eesmärgil. Kui kate
on tugev, jätkatakse hõbetamist kuni lõpuni. Vannist eemal-
datud esemed loputatakse vees, kuivatatakse, harjatakse
ja poleeritakse.

b. Hõbetamine ilma vooluallikata

Õhukest hõbedakihti vasele ja vasesulamitele saab teki-
tada hästi ettevalmistatud esemete hõbetamisvedelikku
kastmise või vastava hõbetamispastaga hõõrumise teel.

Hõbetamiseks kasutatavate pastade koostis:

Pasta A. Hõbekloriidi	210 g,
keedusoola	210 g,
potast	430 g,
kriidijahu	150 g,
vett	1 l.

Pasta B. Keedusoola	37 g,
viinhapu kaaliumi	20 g,
hõbenitraati	15 g,
kriidijahu	200 g,
vett	1 l.

Pasta valmistamiseks lahustatakse soovitud retseptis näidatud ained vees ja lisatakse tahked lisandid. Saadud pasta säilitatakse klaas-, portselan- või plastmassist anumates. Pastade eeliseks on see, et nende kasutamisel toimub samal ajal ka esemete poleerimine.

Väikeste massartiklite hõbetamiseks kasutatakse järgmist lahust:

hõbenitraati	5 g,
viinakivi	250 g,
keedusoola	250 g,
vett	1 l.

Lahuses tekib hõbekloriid. Saadud hõbekloriidist ja viinakivist valmistatakse paks puder. See säilitatakse tumedas klaaspudelis. Tarvitamisel lisatakse seda putru 1—2 supilusikatäit 2—3 liitrile keevale veele. Niiviisi saadud hõbetamisvedelikku pannakse peitsitud ja rasvast vabastatud esemed ning segatakse aeg-ajalt klaaspulgaga.

Suurepärase hõbetamisvedeliku saadakse, kui 10%-lisele naatriumtiosulfaadi lahusele lisada küllastumiseni hõbekloriidi.

Galvaanilise hõbetamise kestus ja tekkiva kattekihi paksus on antud tabelis 30.

Tabel 30.

Galvaanilise hõbetamise kestus ja kattekihi paksus

Kattekihi paksus μ	Voolutihedus A/dm ²					
	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,5
	Kestus minutites					
1,0	7,9	5,3	3,2	2,3	1,6	1,1
2,0	15,8	10,5	6,3	2,5	3,2	2,1
3,0	23,7	15,8	9,5	6,8	4,7	3,2
5,0	39,5	26,4	15,8	11,3	7,9	5,3
7,0	55,3	36,9	22,2	15,8	11,0	7,4
9,0	71,1	47,6	28,4	20,4	14,2	9,5
10,0	79,0	52,7	31,6	23,0	15,8	11,0
30,0	237	158	95	68	47	32
50,0	395	264	158	113	79	53
80,0	632	422	253	181	126	84
100,0	790	527	315	230	158	110

Kui hõbedakiht eseme poleerimisel koorub, siis on eset elavhõbedaga ebarahuldavalt töödeldud (amalgameeritud). Sama nähtust võib põhjustada mitteküllaldane eseme mehaaniline töötlemine enne galvaniseerimist.

34. RAUAGA KATMINE

Rauaga katmist kasutatakse kulunud terasvõllide taastamiseks või mõõtu viimiseks, vormide valmistamisel graafikatööstuses, jne.

Galvaaniline raud on täiesti süsinikuvaba, kuid sellele vaatamata kõva ja rabe. Kõvaduse poolest läheneb ta terasele. Seda põhjustab suur vesinikusisaldus. Galvaanilist rauda on võimalik vesinikust vabastada kuumutamise ja lämmastiku atmosfääris 1000° juures. Saadakse tinaga sarnanev pehme ja kergesti töödeldav raud. Rauaga galvaniseeritakse terast, vaske ja vasesulameid. Eeltööd oleksid puhastamine, peitsimine, rasvast vabastamine jne. Eeltööd sooritatakse punktis 28 kirjeldatud viisil. Oluline on jälgida õiget happesust, temperatuuri ja voolutugevust.

Anoodidena kasutatakse pehmet terast, mille süsinikusisaldus on võimalikult madal. Süsinikurikkad terasesordid annavad väga palju sadet. Et vältida sademe sattumist katoodidele, eraldatakse sageli anoodid katoodidest diafragma abil. Anoodide pind võetakse esemete pinnast väiksem.

Toatemperatuuril galvaniseerimiseks kasutatakse järgmist elektrolüüti:

raud (II) sulfaati	180—240 g,
magneesiumsulfaati	40 g,
söögisoodat	25—30 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on $0,1 \text{ A/dm}^2$, temperatuur 18° . Saadakse õige kõva kattekiht. Magneesiumsulfaadi asemel võib kasutada ka ammoonium- või naatriumsulfaati.

Kasutatav on ka järgmine elektrolüüt:

raud(II) sulfaati	140—180 g,
keedusoola	50 g,
soolhapet	$0,1—0,02 \text{ g}$,
vett	1 l.

Voolutihedus on $0,1—1,5 \text{ A/dm}^2$, $\text{pH}=5$, temperatuur 20° .

Elektrolüüdi kõrgema temperatuuri juures toimub katumine palju kiiremini. Sel juhul kasutatakse järgmist elektrolüüti:

raud(II)sulfaati	300 g,
ammooniumsulfaati	50 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 3 A/dm², pinge 0,75 V, temperatuur 70—80°.

Andmed kattekihi paksuse, voolutiheduse ja galvaniseerimise kestuse kohta on toodud tabelis 31.

Tabel 31

Galvaniseerimisel rauaga kujuneva kattekihi iseloomustus

Aeg min.	Voolutihedus A/dm ²			
	0,1	0,5	1,0	2,0
	Kattekihi paksus μ			
10	0,02	0,10	0,21	4,20
30	0,06	0,30	0,63	12,60
60	0,12	0,60	1,26	23,20
90	0,18	0,90	1,89	37,80
120	0,24	1,20	2,52	46,40
180	0,36	1,80	2,78	75,60
240	0,48	2,40	5,04	92,80
300	0,60	3,00	6,30	126,00
600	1,20	6,00	12,60	232,00

Kui rauaga katmisel kate kihtidena eraldub, siis on selle põhjustajaks kas pinna halb mehaaniline eeltöötlemine või galvaniseerimisprotsessi katkestamine. Kui tekkiiv kattekiht on poorme, siis on elektrolüüt liiga happene või on galvaniseerimise ajal muudetud elektrolüüdi režiimi (temperatuuri või koostist).

IV OSA

GALVANOPLASTIKA

35. GALVANOPLASTIKA TÄHTSUS JA KASUTAMINE

Galvanoplastika on galvanotehnika eriharu, mida rakendatakse:

1. koopiade valmistamisel metallist, vahast, kipsist, keraamilisest materjalist, kivist, klaasist jne. kunsti- ja tarbeesemeist,

2. metalliplastikas puidust, kunstvaikudest esemete ja kunstitoodete katmisel metallikihiga,

3. trükitoöstuses klišeede ja trükivaltside valmistamisel. Koolide isetegevusringides võib galvanoplastikat rakendada:

1. kunstiringide poolt mõnest vormimassist valmistatud kujude metalliga katmisel,

2. füüsikaringis vajatavate reflektorite, kondensaatorite, metalltorude, metallkapslite jne. valmistamisel,

3. bioloogiarisingis taimede ja loomakeste metalliga katmisel,

4. ajaloorisingis metallmüntidest ja ajaloolistest esemetest koopiade valmistamisel jne.

Galvanoplastikas kasutatakse samasuguseid seadmeid kui seni tundmaõpitud galvanosteegias: vanne, elektriseadmeid, anoode jne. Anoodidena kasutatakse samast metallist plaate, millega esemeid kaetakse. Põhiliselt kasutatakse vasegalvanoplastikat ja vastavalt ka vaskplekist anoode. Katoodideks on esemed ja mudelid, milledest valmistatakse koopiaid.

Galvanosteegid otsivad teid, kuidas kattemetalli võimalikult tugevasti liita alusmetalliga, galvanoplastikud seevastu tahaksid näha, et kattemetall, s. o. koopia, eralduks

kergesti matriitsist. Seega tuleb galvanoplastikas eriti tundma õppida koopiade valmistamise tehnikat ja materjale: vahasid, metallisulameid, kipsvorme jne.

36. VORMID, MUDELID JA MATERJALID

a. Üldmõisted

Kui võtta näiteks metallmünt ja vajutada pehmesse vahamassi, siis nimetatakse metallmünti mudeliks, vahasse tekkinud metallmündi negatiivi vormiks ja vaha ennast vormimassiks.

Vormid valmistatakse mudelite järgi. Mudelitena kasutatakse valmisesemeid või spetsiaalselt selleks otstarbeks valmistatud nudeleid. Olenevalt koopiade arvust, mida teatud vormi järgi valmistada soovitakse, tehakse vormid metallist või vahamassist. Ühekordseks kasutamiseks sobivad mitmesuguse koostisega vahamassid ja želatiinvormid. Rohkem koopiaid võib valmistada juba kipsvormidega, aga ka ainult siis, kui mudelid on lihtsad, jämedamustrilised ja ilma teravate servadeta. Suuremal arvul saab koopiaid valmistada aga tinasulameist, vasest ning terasest valmistatud vormidega.

b. Metallvormid

Vask- ja terasvormid valmistatakse galvanoplastilisel teel. Valmistamisprotsess toimub järgmiselt: ese, millest soovitakse saada koopiat, kaetakse alkoholis lahustatud vahakihi. Vahakiht saadakse eseme lahusesse kastmise, pintseldamise või ülevalamise teel. Tekkiv vahakiht on väga õhuke ja lameda reljeefiga vorme võib kohe galvanoplastilisse vanni riputada. Sageli kaetakse aga vahakiht pärast kuivamist voolujuhtiva ainega. Galvaniseeritakse kohase voolutugevuse juures nii kaua, kuni tekib 1—3 mm paksune metallikiht. Pärast mudeli eraldamist ongi soovitud vorm valmis. Sellised vormid on väga vastupidavad. Terasvorme võib kasutada isegi metallivaluks.

Kõige sagedamini valmistatakse metallvormid tinasulamiest. Sealina, inglistina, tsink, kaadmium ja vismut mitmesuguses vahekorras võimaldavad saada sulameid, mille sulamistemperatuur on isegi alla 60° (vt. tabel 32).

Tinasulamid

Seatina	Tina	Vismut	Kadmium	Tsink	Sulamistemperatuur °C
24 osa	1 osa	—	—	—	300
1 "	1 "	—	—	—	200
10 "	17 "	—	—	—	180
8 "	—	8 osa	—	3 osa	108
2 "	3 osa	5 "	—	—	100
5 "	3 "	8 "	—	—	80
3 "	2 "	5 "	—	—	92
8 "	4 "	15 "	3 osa	—	60

Sulamite valmistamiseks sulatatakse metallid raudanumas tabelis antud järjekorras. Segamiseks kasutatakse terasvarrast või ka puupulka. Segada tuleb õige hoolikalt. Soovitav on sulatada kiiresti, kuid mitte liiga kõrge temperatuuri juures. Sulanud ja korralikult läbi segatud metall valatakse puhtale kiviplaadile või raudanumasse. Sulatamisnõu puhastatakse ja segu sulatatakse teistkordselt. Nii toimitakse kuni neli korda. Viimasel korral kallatakse sulametall paberist filtrile, mille põhja on torgatud nõelaga väike auk (seda saab kasutada ainult kuni 100° juures sulavate sulamite puhul). Läbi filtri voolates vabastatakse sulam oksüüdist.

Vormi valmistamiseks sulatatakse metall ja kallatakse kartongist karpi. Seejärel surutakse mudel keskjoone ni sula massi sisse. Mõne sekundi pärast metall hangub ja mudel eemaldatakse. Analoogiliselt valmistatakse vorm ka mudeli teisest poolest. Sel teel saadakse metallvorme ka keerulise profiiliga esemetest.

Et koopia ei jääks metallvormi külge kinni, kaetakse viimane nn. lahutuskihiga.

c. Vahavormid

Vahavormideks nimetatakse kõiki vorme, mis valmistatakse vahast ja vahasarnastest ainetest ning nende segudest. Häid vorme saab valmistada puhtast vahast ja steariinist. Harva kasutatakse puhtast parafiinist vorme, sest parafiinile ei hakka hästi külge grafiit ja teised voolu juhtivad ained. Võrdlemisi hästi sobib vormimismassiks kaup-

lustes müügil olev plastiliin, kuid selle puuduseks on jäme tera ja madal sulamistemperatuur.

Kõige rohkem kasutatakse vahavorme eelpoolmainitud ainete segudest, kuna nendesse jääb harva õhumullikesi. Segumassi valmistamiseks kasutatakse järgmist retsepti:

puhast kollast mesilasvaha	65 osa,
steariini	27 osa,
valget paratiini	5 osa,
grafiiti	3 osa.

Vormi valmistamiseks sulatatakse vormimass üles ja kallatakse läbi tiheda jõhvsõela või marliriide vormimis- anumasse. Sellise kurnamisega kõrvaldatakse vormimassist mustus. Nõu, kuhu vormimass valatakse, määratakse rasva või glütseriiniga, muidu ei saa vormi hiljem sealt kätte. Kui mass on sel määral jahtunud, et sinna pöidlaga vajutades jääb jälg, määratakse see pealt voolujuhtiva aine — grafiidi- või metallipulbriga. Sama pulbriga kaetakse ka mudel. Selliselt ettevalmistatud mudel surutakse massi. Olenevalt mudelist toimitakse ka vastupidi — paraja määrani jahtunud vormimass surutakse esemele. Sageli valatakse mudel ka vormimassiga üle. Sel juhul määratakse mudel õli või rasvaga. Mudel eemaldatakse vormimassist veel enne selle täielikku jahtumist, sest jahtunud mass on rabe ning vorm võib mudeli väljavõtmisel puruneda. On mudel vormist eemaldatud, tehakse kindlaks võimalikud vormi vead. Kui esineb pragunemisi, õhumulle, auke või väljarebenemisi, sulatatakse vormimass uuesti üles ja korratakse eeltööd.

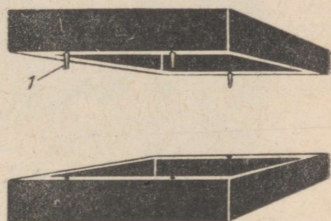
Peale esitatud vahasisaldava vormimassi, mida valmistatakse väga mitmesuguste retseptide järgi ja millede koosseisu kuulub tihti tärpentin, kasutatakse ka vaiku sisaldavaid vormimasse. Ka neid võib valmistada mitmesuguse koosseisuga. Enamasti sisaldavad nad suurel hulgal kampsolit. Kuna kampsol on rabe, siis lisatakse vormimassile mõnikord tunduval hulgal paksu tärpentini, (s. o. tärpentin, millest kergemad ained on lendunud) ja kingsepapigi. Üks vaikmassi retsepte on järgmine:

asfalti	4 osa,
mesilasvaha	12 osa,
steariini	4 osa,
rasva	3 osa,
paksu tärpentini	22 osa,
kampsolit	11 osa,
grafiiti	55 osa.

Grafiit lisatakse sulatisele juurde pärast selle täielikku segunemist, kusjuures sulatist peab hästi segama.

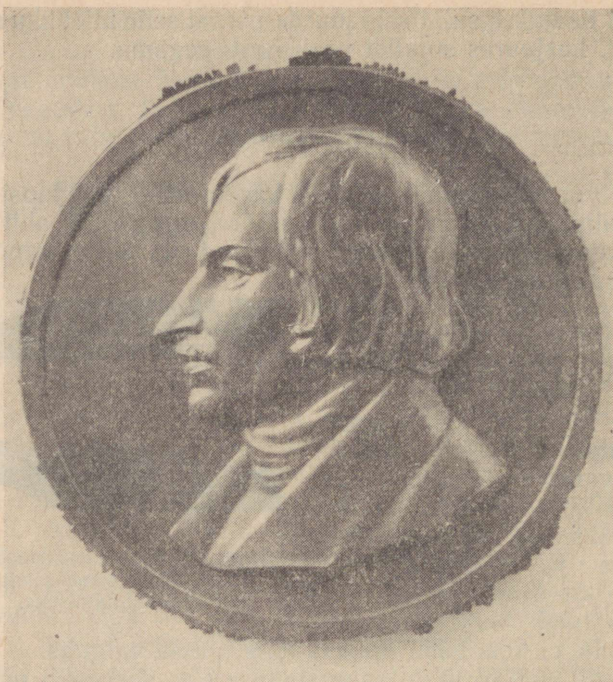
d. Kipsvormid

Galvanoplastilisteks töödeks kasutatakse head kipsi. Sellest valmistatakse veega vedel puder, mis pintslil abil õhukese kihina õli või seebiga määratud mudelile kantakse. Pärast esimese kihi tardumist kaetakse kogu mudel veelkord juba paksema kipsipudruga. Seekord peab kipsikihi paksus olema vähemalt 10 mm. On kips täielikult tardunud, eemaldatakse vorm mudelilt ja kuivatatakse ahjus. Lameda profiiliga mudeli puhul asetatakse see madalasse karbikesse ja kallatakse siis vedela kipsipudruga üle. Seejuures tuleb karpi kogu aeg kloppida, et kips hästi mudeli õõnsustesse valgaks.



Joon. 69. Vormikasti pooled:
1 — tihvid kasti poolte
kohaiesobitamiseks.

Teine kipsivormide valmistamise viis sarnaneb metallivalamisel kasutatavale vormimismeetodile. Metallivalu puhul kasutatakse vormimiseks spetsiaalselt puidust valmistatud mudeleid. Sellised mudelid oleksid väga head ka galvanoplastiliste tööde puhul. Ent galvanoplastikas kasutatakse mudelina koopiote saamiseks harilikult vastavat originaali. Sellisteks mudeliteks sobivad esmajoones lihtsa profiiliga kunstiesemed ja kujukesed. Joonis 69 eeskujul valmistatakse hõõveldatud laudadest kahest pooltest koosnev vormikast. Üks vormikasti pooltest määratakse seest õli, rasva või seebiga ning asetatakse siledale lauale. Nüüd tõmmatakse esemele keskjoon ja määratakse ese õli või seebiga. Nii ettevalmistatud mudel (ese) vajutatakse kasti valatud vormikipsi pudrusse kuni mudelile tõmmatud keskjooneni. Seejärel lastakse kipsil tarduda. Tardunud kipsi pind ja kipsist väljaulatuv mudeli osa määratakse jälle rasvaga. Nüüd võetakse teine vormikasti pool, määratakse samuti ühe mainitud määrdeainega ja asetatakse vormikasti esimesele poolele. Järgnevalt valatakse ka see kasti pool hästivoolavat kipsi täis ja lastakse tarduda. Pärast



Joon. 70. Ülekasvanud äärtega koopia.

tardumist eraldatakse vormi pooled teineteisest ja mudel võetakse välja. On vorm õnnestunud, asetatakse ta ahju kuivama.

Ükskõik missugusel viisil valmistatud kipsvorme tuleb enne galvanoplastikavanni asetamist veel immutada. Kuivatatud vorm asetatakse plekkvanni, kujundi poolega ülespoole ja valatakse steariini, parafiini, mesilasvaha või nende ainete segu täis. Nüüd lükatakse vann kuuma ahju. Parajas kuumuses tungivad immutusained kipsvormi pooridesse, mille tulemusena vormi pind muutub eeskujulikult tihedaks ja elektrolüüdile vastupidavaks. Üleliigne segu kallatakse vormist välja. Hoolikalt tuleb jälgida, et immutusainet ei koguneks liigselt vormi sügavatesse õõnsustesse. Sageli ei õnnestu vormi üleliigsest impregneerimisainest muidu vabastada, kui et ta paigutatakse veelkordselt kummuli asendis soojale ahjupõrandale asetatud kuivatus-

paberile. Sel moel töödeldud kipsvormidele hakkab hästi külge grafiit või mõni muu elektrit juhtiv aine.

Järgnevalt kinnitatakse vormi külge ühendustraata ja ühenduskoht kaetakse hoolikalt elektrit juhtiva ainega. Et vorm elektrolüüti asetatuna ühtlaselt märguks, on soovitatav seda vanni asetamise eel alkoholiga üle valada.

Mitmest osast koosneva vormi puhul liidetakse ese hiljem tervikuks. Seda on sageli küllaltki tülikas teha, kuna vormist eraldatud osad on kõik suuremal või vähemal määral ülekasvanud äärtega (joon. 70). Need ääred tuleb kõrvaldada. Seda tehakse viili, jõhvysae või käia abil. Ääred puhastatakse täpselt. On ääred kõrvaldatud, joodetakse eseme pooled tinaga kokku. Et jootejoon silma ei paistaks, galvaniseeritakse eset veel mõne minuti jooksul vastavas elektrolüüdis.

e. Liim- ja želatiinvormid

Keerulise profiiliga esemeist ei ole võimalik valmistada ei kipsist ega ka metallist vorme. Säärasel juhul kasutatakse vormi materjalina liimi ja želatiini. Kohane retsept taoliste vormide valmistamiseks on järgmine:

želatiini või head tiseriliimi	10 osa,
glütseriini	3 osa,
vett	10 osa.

Želatiin või tiseriliim lahustatakse 24 tunni jooksul vees ja keedetakse veevannil kuni kaks tundi. Valminud lahusele lisatakse hästi segades glütseriin.

Liimivormide peamiseks puuduseks on nende lahustuvus elektrolüüdis. Lahustumise vältimiseks kaetakse vorme laki või rasvaga. On võimalik valmistada ka täiesti veekindlaid vormimasse. Selleks lisatakse liimilahusele tanniini või kaaliumbikromaati. Viimase lisamisel hoitakse vormi ca pool tundi päikese käes. Üks selliseid želatiinlahuseid oleks järgmine:

želatiini	500 g,
kartuli- või peedisiirupit	125 g,
tanniini	12 g,
vett	1 l.

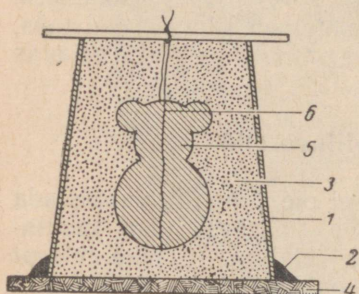
Tanniini lisamisel segatakse lahust pidevalt. Liim- ja želatiinvorme võib veekindlaks muuta ka valmisvormi

immutamise teel. Vastava immutuslahuse valmistamiseks võib kasutada kas tanniini (100 g/l) või kaaliumbikromaati (ainult 3 g/l). Viimase lahuse kasutamisel hoitakse eset pärast immutamist vähe aega otseses päikesevalguses või pool tundi hajunud päikesevalguses. Soovitav on kasutada järgmist retsepti:

tanniini
alkoholi

2 osa,
100 osa.

Liivavormid valmistatakse üldiselt samal viisil nagu kipsvormidki. Plekist või hõõveldatud laudadest valmistatakse vastavalt eseme suurusele tüvikoonuse või tüvipüramiidi kujuline ülalt ja alt lah



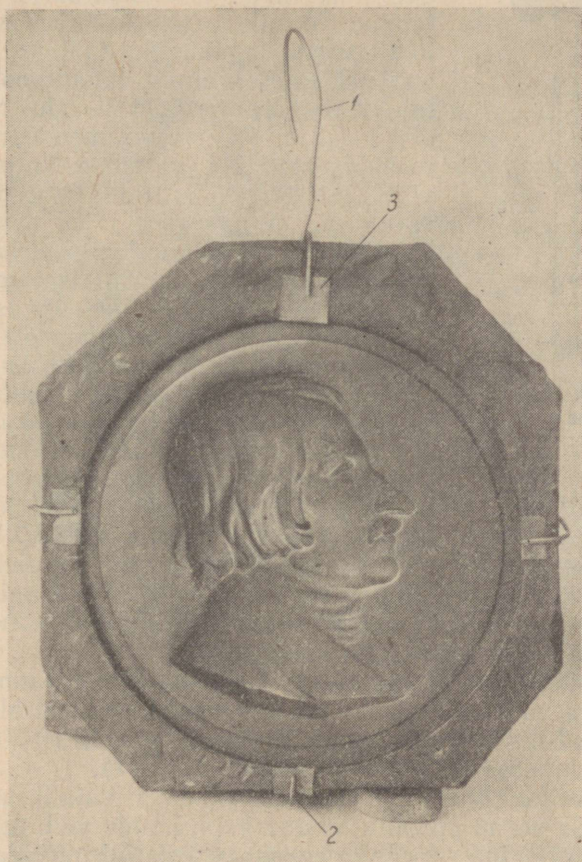
Joon. 71. Liimvormi valmistamine: 1 — vormi kest; 2 — kitt; 3 — liimimass; 4 — klaasplaat; 5 — mudel; 6 — siidniit.

line kest (joon. 71). Valminud kest kitatakse kipsiga klaasplaadile. Klaasplaat ja samuli kest määratakse õliga. Nüüd kleebitakse esemele piki keskjoont siidniit ning ese riputatakse selle abil äsja valminud vormikesta (joon. 71). Seejärel valatakse vormikest želatiinilahust täis. Kui želatiin on tardunud, eemaldatakse kest. Eseme ümber kleebitud niidiga lõigatakse želatiinikiht läbi ja eraldatakse esemest. Sellega on

vorm valmis. Kui vormimass pole valmistatud vee- ja soojusekindlast želatiinist või liimist, immutatakse see varem kirjeldatud viisil. Nii saadud vormipooled pintseldatakse pronkspulbri või grafiidiga, varustatakse riputamistraatidega ning asetatakse pärast alkoholiga ülevalamist vanni. Taolisi liimvorme kasutatakse ka valuvormidena. Sel juhul asetatakse õliga määratud vormipooled uuesti kesta tagasi. Massi sisse lõigatakse valamisava. Selle valamisava kaudu täidetakse vorm sulatatud parafiini, steariini, vaha või kipsikõrdiga. Nii saadakse esemega täielikult sarnanev koopia. Koopia galvaniseeritakse vasegalvanoplastikavannis. Saadakse originaaliga sarnane vaskkoopia, mis paljudel juhtudel, eriti kui ei nõuta läikivat pinda, täidab oma otstarbe. Kui saadud uus vorm oli valmistatud sulavast massist, parafiinist, vahast või steariinist, saab seda koopiast välja sulatada.

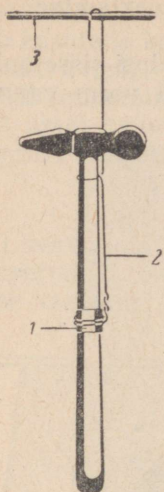
f. Ühendustraadid, anoodid ja servade varjamine

Suuremate kipsvormide puhul puuritakse kipsi sisse auk ja sinna kinnitatakse metallkruvi, mille abil vorm vanni



Joon. 72. Riputus- ja ühendustraadide kinnitamine:
1 — ripustraat; 2 — ühendustraat; 3 — kontakt-
plekk.

riputatakse ja vooluringi ühendatakse. Tuleb märkida, et ühest kokkupuutekohast vormi elektrit juhtiva kihiga on suuremate esemete puhul vähe, eriti siis, kui vormi elektri-



Joon. 73. Haamri riputamine vanni:
 1 — plekiriba; 2 — ühendus- ja riputus-
 traat; 3 — katood-
 latt.

võib eset rikkuda. Säärasel juhul asetatakse riputustraadi alla puhtalt lõigatud servadega vaskpleki riba. Joonisel 73 on kujutatud haamri varre osaline metalliga katmine, kus plekiriba 1 tagab kattedihi tasase serva.

Ühendustraadina on kohane kasutada 0,4—0,6 mm läbimõõduga vasktraati. Vaha- ja liimvormid on elektrolüüdist kergemad ja tõusevad pinnale. Selle vältimiseks riputatakse vormi alumisse otsa tinast raskus (joon. 77).

Sügavate õõnsustega vormide puhul on vajalik anoodidele anda vormi profiilile vastav kuju, muidu võib juhtuda, et õõnsustes jääb vorm kattumata või kattub niivõrd õhukese kihiga, et vormist eemaldamisel koopiat vigastatakse.

Tavaliselt kasvab koopia servadest üle. Nii tekivad, eriti paksema koopia puhul, koopia servadele metallimügarikud (joon. 70). Murdmise teel ei ole neid võimalik kõrvaldada. Ainus võimalus servade kiireks eemaldamiseks on nende saagimine jõhvsaega või käiamine, kuid ka see on aeganõudev. Jääb üle korraldada töö nii, et üldse servi ei

juhtivus on saavutatud grafiidiga. Metallikiht grafiidil kasvab aeglaselt, seetõttu on vajalik luua enam kokkupuutekohti ühendustraadide ja voolujuhtiva kihi vahel. Ühendustraadide kinnitamine vormile peaks toimuma võimalikult vormi tagaküljel. Juhtiva kihiga on kokkupuutes ainult tagantpoolt ette toodud tugevast traadist ühendustraadide otsad (joon. 72). Kui ühendustraadid mähkida risti üle vormi esikülje, siis võib juhtuda, et traadide taha jäävad vormiosad on varjatud ja ei kattu või kattuvad liiga õhukese kihiga. Ühendustraadide kokkupuutekohtadesse vormiga on soovitatav asetada väikesed vaskpleki tükid, mis suurendavad tunduvalt ühendustraadide ja juhtiva katte kokkupuutepinda. Mõne sentimeetrilise läbimõõduga vormide puhul, eriti kui need kaetakse pronkspulbriga, piisab ühest kokkupuutekohast. Mõnel juhul on galvanoplastikas väga oluline, et metallikiht lõppeks järsult ja puhtalt, kuna järeltöötlemine



Joon. 74. Varjatud äärtega vorm.

tekiks. Üks otstarbekohasemaid viise ülekasvamise takistamiseks on eseme servade varjamine parafineeritud joonestuspaberiga. Selleks lõigatakse paberisse vormi serva kujule vastav ava. Avaga paber kleebitakse vormi servale nii, et see ulatub umbes 2–3 mm üle serva sissepoole (joon. 74). Vahavormide puhul toimub kleepimine nii, et paberit silutakse ettevaatlikult kuuma metallvardaga. Kipsvormide puhul kaetakse kleebitav kipsi pind enne vahaga.

Korralikult varjatud servadest koopia ei kasva üle ja servad näevad välja sama puhtad, nagu oleksid nad maha saetud.

g. Vormide muutmise juhtivaks

Vahast, liimist ja kipsist vormid, samuti mittemetallidest esemed elektrit ei juhi. Enne galvaniseerimist tuleb nad muuta juhtivaks. Selleks kasutatakse ained on grafiit, vase- ja pronkspulber ning keemilisel teel tekitatud metalli või juhtiva metallisoola kiht.

Grafiit, mida selleks otstarbeks kasutatakse, peab olema puhas lisanditest, rasvadest-õlidest ja hästi peeneteralise struktuuriga nn. galvanografiit. Grafiit on siis sobiv, kui ta annab pintsliga vormile kandes mustjashalli läikiva pinna. Grafiidi puhastamiseks soovitatakse järgmist meetodit. Grafiidipulber segatakse veega pudruks ja lisatakse kontsentreeritud väävelhapet. Seejärel pestakse saadud grafiidiputru puhta veega, kuni happeline reaktsioon kaob. Sel teel puhastatud grafiit sisaldab veel vees ja hapestes lahustumatuid silikaate. Silikaatidest vabastamiseks keedetakse segu rõhu all kontsentreeritud naatriumleelisega. Mõnetunnilisele keetmisele järgneb grafiidi pesemine puhta veega, kuni pesuvee reaktsioon muutub neutraalseks. Lõpuks kuivatatakse grafiit.

Grafiit kantakse pehme pintsliga (akvarellipintsel) pulbrina vormile. Grafiidiga katmist teostatakse korduvalt tugevasti pintsliga hõõrudes, nii et ese omandab metalselt läikiva mustjashalli pinna. Sageli soovitatakse valmistada grafiidi ja veega puder ning see pintsliga vormile kanda. Pärast kuivamist harjatakse vorm läikivaks.

Kipsist, tselluloidist ja puidust esemed ning puitvormid kaetakse enne steariini, vaha või nende ainete segu õhukese kihiga. Seejärel pintseldatakse nad veega valmistatud grafiidipudruga, lastakse kuivada ja harjatakse siis läikima.

Nagu juba varem tähendatud, toimub grafiidiga juhtivaks muudetud vormide kattumine aeglaselt. Selle tulemusena ei saada ühtlase paksusega katet. Grafiidi elektrijuhtivust on aga võimalik parandada sellega, et grafiidile lisatakse juurde kuni 50% hõbepulbrit.

Metallipulber, eriti aga pronkspulber, on üks kohasemaid vormide ja esemete juhtivaks muutmise vahendeid. Eriti sobiv on ta steariin- ja vahavormide ning stea-

riini ja vahaga kaetud esemete katmiseks. Esemetele kantakse metallipulber pehme pintslil abil nagu grafiitki, kusjuures ese peab seejärel omandama kuldselt läikiva pinna.

Kiiresti ja ühtlaselt kattuv pind saadakse, kui mittejuhtiv ese (nahast, tselluloidist, puidust, sellekohaselt ettevalmistatud taime osa või loomake) pintseldatakse järgmise seguga:

võid	1,5 osa,
tärpentiini	1 osa,
mineraalõli	0,5 osa,

millele on lisatud «pronksipulbrit». Pärast seguga katmist kantakse sellele veel pehme pintsliga õhuke metallipulbrikiht. Vanniasetamise eel valatakse ese üle alkoholiga.

Galvanoplastikas vajatakse mitmel juhul alkoholi, milles on lahustatud puhast mesilasvaha. Ka seda võib edukalt kasutada tselluloidist, puidust jne. esemete katmiseks enne nende pintseldamist pronksipulbriga. Selleks kastetakse ese nimetatud lahusesse või valatakse sellega üle ja lastakse kuivada. Alles siis kantakse esemele pronksipulber. Et kate oleks veelgi parem, korratakse lahusesse kastmist ning pronksimist veel kord. Selliselt ettevalmistatud esemed kattuvad kiiresti. See katmisviis on eelistatav sel juhul, kui lahutuskiht peab olema eriti õhuke.

Vasepulbrit kasutatakse samal viisil nagu grafiiti ja pronksipulbrit. Kasutatakse ka järgmist meetodit. Vasepulbrile lisatakse želatiini ja alkoholi lahust ning ese kastetakse saadud laki sisse ja kuivatatakse. Pärast seda loputatakse eset vees ja harjatakse üle, et vabaneda liigest lakist. Seejärel kastetakse ese viieks minutiks hõbetamise lahusesse (vt. p. 33, b). Nüüd tekib esemel elektrit hästi juhtiv hõbedakiht. See kattub eeskujulikult galvanoplastikavannis.

Eseme pinna juhtivaks muutmiseks kasutatakse esmajoones hõbenitraati. Hõbenitraadi abil on võimalik tekitada elektrit juhtivat hõbedakui ka hõbesulliidikihti ükskõik missugustel esemetel. Sageli kasutatakse keemilist juhtivaks muutmist taimeosade ja putukate metalliga katmisel. Eseme märgumiseks lisatakse lahusele ca 30—50% alkoholi. Puhta hõbedakihi saamiseks klaasile, marmorile jne. kasutatakse tavaliselt peegliklaasi hõbetamise meetodit. Valmistatakse kaks lahust.

Lahus A: Höbenitraati
vett

10 g,
1 l.

Höbenitraat lahustatakse 200 ml vees. Seejärel lisatakse vähehaaval ammoniumhüdrosüüdi kuni esialgselt tekkinud sademe peaaegu täieliku lahustumiseni. Lahus filtreeritakse ja filtraati lahjendatakse destilleeritud veega kuni ühe liitrini.

Lahus B: Höbenitraati
senjeti soola
vett

2 g,
1,5—2 g,
1 l.

Höbenitraat lahustatakse keevas vees ja lisatakse umbris peenendatud senjeti soola. Algul tekkiv valge sade kaob edaspidisel keetmisel. Lahus filtreeritakse kuumalt ja säilitatakse tumedas pudelis.

Höbetamiseks puhastatakse klaas naatriumileelises keetmise ning sellele järgneva kontsentreeritud väävelhappes kuumutamise teel. Lõpuks loputatakse destilleeritud veega ja kuivatatakse tolmuvabas kohas. Höbetamiseks võetakse võrdsed mahud 40—50°-ni soojendatud lahuseid A ja B ning kallatakse sellega vastavas vannis hõbetatav klaas üle. Kattumine toimub mõne minuti jooksul.

Höbetamiseks kasutatakse ka veel järgmist segu:

höbenitraadi lahust (küllast.)	9 osa,
formaliinilahust	6 osa,
glütseriini	8,5 osa.

Segule lisatakse soovi järgi vett, kusjuures kangema lahusega saadakse paksem hõbedakiht. Klaas puhastatakse eelpoolkirjeldatud viisil, niisutatakse lahusega ja asetatakse ammoniaagiaurudesse. Peegelpind tekib peaaegu silmapilkselt. Järgneb loputamine ja kuivatamine.

Voolu juhtiv hõbesulfiidi kiht tekitatakse esemeil järgmiselt: 10 ml destilleeritud vees lahustatakse 1 g höbenitraati. Sellele lisatakse 20 ml kanget ammoniumhüdrosüüdi. Seejuures peab algul tekkinud pruunikas sade jälle kaduma. Nüüd lisatakse nii palju etüülalkoholi, et lahust saaks 50 ml. Kuna lahus ei säili, valmistatakse seda ainult ühekordseks tarvitamiseks. Ese kastetakse lahusesse või valatakse üle, kuivatatakse pimedas ja asetatakse seejärel väävelvesinikvete või gaasi. Tekib hästi elektrit juhtiv kate.

Mateeritud klaasi ja glasuurimata portselanpinda muu-

detakse elektrit juhtivaks väheše glütseriiniga määritud pöörleva valgevasktraadist harjaga harjamise teel.

Kaitsekatte ülesandeks on vältida vormi kattumist neis kohtades, mida ei soovita katta. Selliseid kaitsekatteid vajatakse peamiselt metallvormide puhul. Lihtsaim viis on määrida või kasta mittekaetavad kohad sula parafiini, steariini, vaha, pigi vms. sisse. Otstarbekohane on ka esemete määrimine piirituses või atsetoonis lahustatud kampiliga. Väga head on selleks otstarbeks graveerijate poolt kasutatavad vahamassid (p. 20). Grafiidiga kaetud vahavormidel tekitatakse mittejuhtivaid kohti kuuma metallesemega silumise teel.

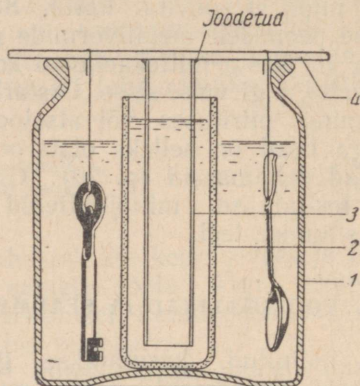
37. VOOLUALLIKAD JA SEADMED

Nagu juba mainitud, kasutatakse galvanoplastikas samasuguseid elektriseadmeid nagu galvanosteegiaski. Tehnikaringi praktikas on kohased akumulaatorpatareid klemmipingega umbes 10 volti ja alaldatud vahelduvvool. Voolu ja pinge reguleerimiseks lülitatakse vooluahelasse reostaat ja pinge ning voolu mõõtjad — volt- ja ampermeeter.

Huvitav on siinkohal märkida, et galvanoplastika leiutaja vene teadlane Jacobi töötas hoopis ilma välise vooluallikata. Jacobi nn. vann-elementi kasutatakse mõnel pool veel tänapäevalgi. Et võimaldada galvanoplastikaga tegeleda ka neil tehnikaringidel, kus elektrivoolu kasutada ei ole, kirjeldatakse alljärgnevalt Jacobi vann-elementi.

Suuremasse anumasse 1 (joon. 75), milleks kõlbab kolmeliitiline klaaspurk, asetatakse poorsete seintega anum 2 (glasuurimata savinõu). Poorsesse anumasse paigutatakse torukujuline tsingist elektrood 3, mille pindala peab umbkaudu võrduma vasetatava eseme kogupindalaga. Elektrood peab ulatuma sama sügavale vanni kui galvaniseeritavad esemed. Riputamislattidena kasutatakse läikivaks hõõrutud vasktraate 4. Need on joodetud tsinkelektroodi külge ja toetuvad vaba otsaga vanni (purgi) servale. Poorsesse anumasse valatakse lahjendatud väävelhape (kontsentratsioon 1:15—1:30), vanni aga lahus: vasksulfaati 200 g/l ja kontsentreeritud väävelhapet 15 g/l. Vedeliku pind poorses anumas peab olema vähemalt 10 mm võrra kõrgem kui vedeliku pind vannis. Niipea, kui esemed traatidele 4 riputatakse, algabki vasetamisprotsess.

Vann-elemendi pinge on 1 volt. Töötamisel langeb vanni vasksulfaadi kontsentratsioon elektrolüüdis. Selle säilitamiseks lisatakse küllastatud vasksulfaadi lahust.



Joon. 75. Jacobi vann-element.

Vann-elemendi puuduseks on, et elektrolüüt pikaajalise töötamise tagajärjel liiga happeliseks muutub. Liigse happe kõrvaldamiseks lisatakse vanni vaskkoksüduuli või lupja. Lubja lisamisel tekib elektrolüüdi pinnale lubjakile, mis kõrvaldatakse paberi kastmisega elektrolüüti.

38. VASEGALVANOPLASTIKAS KASUTATAVAID ELEKTROLÜÜTE

Vasegalvanoplastikas kasutatakse kõige lihtsamaid elektrolüüte. Need koosnevad ainult vasksulfaadi ja väävelhappe vesilahusest. Väävelhappena on kohane nn. akumulatoorihape, kuna tehniline väävelhape ei kõlba. Elektrolüüt valmistatakse analoogiliselt punktis 30, a kirjeldatud viisil. Elektrolüüdi erikaal on 1,13—1,18 ja temperatuur 20°. Kiirgalvanoplastikas kasutatakse ka kõrgema temperatuuriga elektrolüüte. Kiirgalvanoplastikas ei saa aga kasutada vaha- ja kergesti sulavaid liimivorme.

On tähele pandud, et vaskkate omadused olenevad mitmesugustest teguritest:

1. Katte teralisus on seda väiksem, mida suurem on kasutatava voolu tugevus. Ent pinge ja voolu vahetegur hoiakse siiski ettenähtud normides.

2. Suurema väävelhappe sisaldusega elektrolüüdid annavad kõvemaid ja hapramaid katteid.

3. Nõrgema voolu kasutamisel on vasekristallid küll suuremad, kuid kate on siiski ühtlasem, etteulatuvail vormiosadel ei teki liigkattumise tulemusena sõlmi ja mügarikke.

Harilikult kasutatakse vasegalvanoplastikas järgmist elektrolüüti:

vasksulfaati	200 g,
väävelhapet (kontsent.)	30 g,
vett	1 l.

Elektrolüüdi erikaal on 1,13, voolutihedus ja pinge on järgmised:

Voolutihedus A/dm ²	Tempe- ratuur °C	Pinge V			Tempe- ratuur °C	Pinge V		
		Elektroodide kaugus cm				Elektroodide kaugus cm		
		15	10	5		15	10	5
1	20°	1,37	1,2	0,7	47—50°	1,3	0,85	1,5
2		3,27	2,35	1,33		2,5	1,7	0,95
3		5	3,53	2,0		3,7	2,6	1,4
5		—	5,8	3,2		6,2	4,3	2,35
7		—	—	4,52		—	—	3,30

Kiirgalvanoplastikas kasutatakse madalate temperatuuride puhul järgmist elektrolüüti:

vasksulfaati	260 g,
väävelhapet (kontsent.)	8 g.
vett	1 l.

Voolutihedus on 4—5 A/dm², elektrolüüdi temperatuur 24°. See elektrolüüt on kohane vormide katmiseks, millel on tunduvad süvendid.

39. NIKLI- JA RAUAGALVANOPLASTIKA

Niklivalvanoplastikas kasutatakse sageli metallvorme. Kasutamist leiavad ka grafiidiga kaetud või metallipulbriga juhtivaks tehtud vahavormid. Vahavormide puhul tarvita-takse järgmist elektrolüüti:

nikkelsulfaati	70 g,
salmiaaki	5,4 g,
vett	1 l.

Voolutihedus võetakse algul kaks korda suurem, kuni 3 A/dm². Niipea, kui vorm on õrna niklikihiga kattunud, reguleeritakse voolutihedus 1,5 A/dm². Pinge elektroodide vahekaugusel 7—10 cm on 4 V, temperatuur 25—35°.

Rauagalvanoplastikas kasutatav elektrolüüt, mis toatemperatuuril annab häid tulemusi, on järgmine:

raud (II) sulfaati	300 g,
glaubrisoola	140 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 0,5 A/dm², pinge elektroodide vahekaugusel 15 cm on 1 V, pH=3,2—3,5, temperatuur 18°. Elektrolüüdile lisatakse 0,2%-list kontsentreeritud väävelhapet, kusjuures punane kongopaber peaks värvuma selgelt sinakasvioletseks.

Anoodidena kasutatakse süsiniku- ja väävlivaest pehmet terast. Valuteras selleks ei kõlba. Elektrolüüt peab olema selge, tumeroheline. Anoodide poolt tekitatud sademe vältimiseks asetatakse anoodid kottidesse. Kõige kohasem materjal anoodi kottideks on vesiklaasiga immutatud ja hästi kuivatatud asbest.

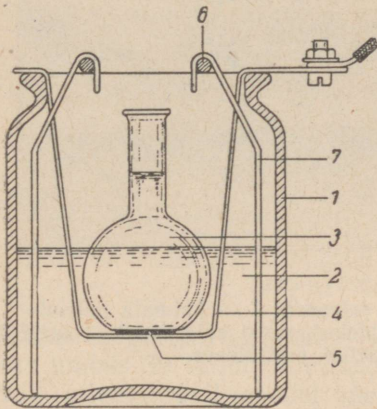
40. GALVANOPLASTIKA RAKENDAMISEST

a. Leideni purgi väliskatte valmistamine

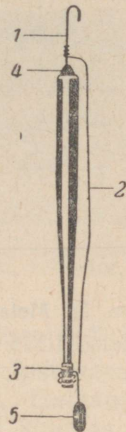
Kohase läbimõõduga klaaspudel (klaaskolb) kastetakse $\frac{3}{4}$ pudeli kõrguseni sula steariini, vaha või vahavormimassi sisse. Pärast massi hangumist asetatakse pudeli ümber, soovitav massi ülemisele äärelle, õhukene vaskpleki riba. Sellele ribale kinnitatakse 0,5 mm läbimõõduga vasest riputustraata, mis samal ajal on ka elektrijuhtmeks. Kolvi kasutamisel asetatakse riputustraata ning ühendustraata kolvi alt läbi, kusjuures traadi alla on soovitav asetada vaskpleki ribake (joon. 76). Nii ettevalmistatud kolb kaetakse korralikult metall- või grafiitpulbriga. Seejärel täidetakse pudel veega ja riputatakse vasegalvanoplastika vanni. Varsti kattub ese roosaka vasekihiga. On pinge liiga kõrge, ei teki roosa vaid punakaspruun kate, mida saab esemelt maha pühkida. Töötamisel voolutihedusega 1 A/dm², kulub küllaldase paksusega metallikihi saamiseks 5—8 tundi. Pärast galvaniseerimise lõpetamist eemaldatakse kolb vannist, loputatakse rohke veega ja kuivatatakse saepurus. Seestpoolt võib pudelit hõbetada või täita metallipuruga.

b. «Hõbesulepea»

«Hõbesulepea» valmistamiseks kasutatakse lihtsat puitsulepead. Sulehoidja suletakse pigi või kirjalakiga, millest viiakse läbi riputustraate. Seejärel kastetakse sulepea üles-

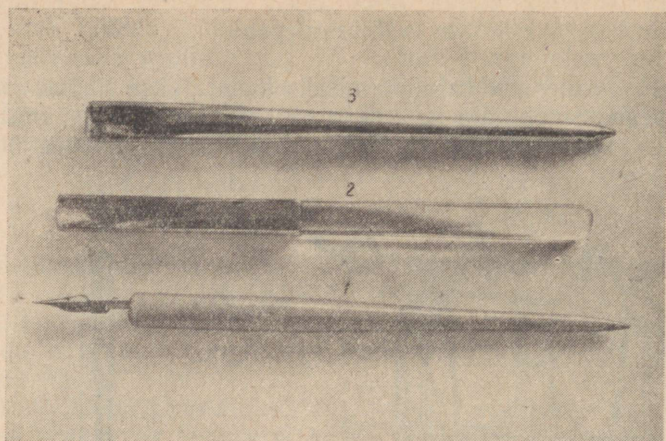


Joon. 76. Leideni purgi väliskatte valmistamine: 1 — vann; 2 — elektrolüüt; 3 — kolb; 4 — katood (ühtlasi riputus- ja ühendustraate); 5 — plekitükk; 6 — anoodlatid; 7 — anoodid.



Joon. 77. Puitsulepea hõbetamine: 1 — ripulustraate; 2 — ühendustraate; 3 — plekiriba; 4 — pigist või kirjalakist kork; 5 — sea-tinast raskus.

sulatatud vahavormimassi ja lastakse liigne mass peenema otsa suunas ära tilkuda. Jahtunud mass kaetakse grafiidipudruga, millele lisatakse parema juhtivuse saavutamiseks ca 50% hõbedapulbrit. Grafiiti kasutatakse seepärast, et ta annab hästi sileda katte. Pronksipulbrit kasutades toimub kattumine küll kiiremini, kuid tekitatav vasekiht muutub sõmeraks. Et kattumine toimuks kogu sulepea ulatuses võimalikult ühtlaselt, asetatakse ka sulepea teise otsa vaskplekist võru, mis ühendatakse traadiga (joon. 77). Nii ettevalmistatud sulepea asetatakse koos alumisse otsa riputatud raskusega galvanoplastikavanni ja galvaniseeritakse kuni 0,5 mm paksuse vasekihi tekkimiseni. Pärast vasetamist sulepea poleeritakse. Edasiseks galvaniliseks hõbetamiseks võib kasutada vooluallikata hõbetamist.

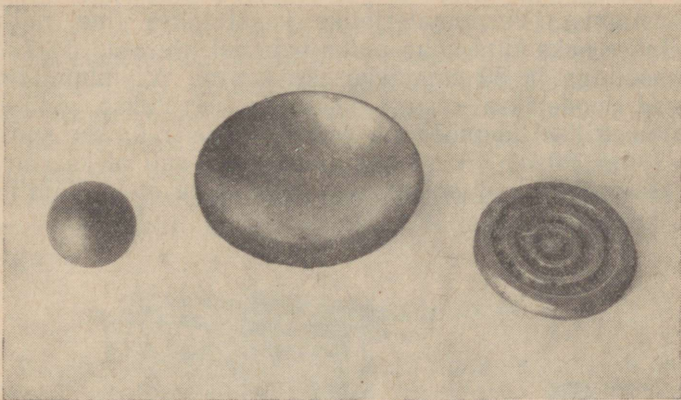


Joon. 78. Metalliga kaetud sulepead: 1 — katmata puitsulepea; 2 — osaliselt kaetud pleksiklaasist sulepea; 3 — üleni metalliga kaetud puitsulepea.

Eriti huvitavad on need sulepead, mis on ainult osaliselt metalliga kaetud. Nii näeme joonisel 78 pleksiklaasist sulepead, mis on algul vasetatud galvanoplastika vannis, seejärel poleeritud ja vooluallikata hõbetatud. Kirjeldatud meetodil võib puidust valmistada suurepäraseid paberinuge ja mitmesuguseid ehte- ning tarbeasju. Sellist metalligalvanoplastikat kasutatakse arstiriistatööstuses puidust valmistatud detailide metalliga katmiseks, kusjuures paraneb nii eseme hügieenilisus kui ka välimus.

c. Metallkujuke

Kujukest on kerge ja lihtne voolida vahast, steariinist, parafiinist, vahavormimassist või ka plastiliinist. Saadud kujuke varustatakse riputustraadi ja raskusega, kaetakse pronksipulbriga ja viiakse galvanoplastikavanni. Kasutades grafiidi ja hõbedapulbri segu, tuleks riputustraadi ja kujukese vahel luua rohkem kokkupuutekohti, vastasel korral kujuneb kattekihi aeglase kasvamise tõttu ebaühtlane kate. Samuti on väga soovitatav ese enne vanni asetamist alkoholisse kasta või sellega üle valada. Kui galvaniseeritakse



Joon. 79. Õonesdetaile. Vasakult — õoneskera, reflektor, baromeetrikarp.

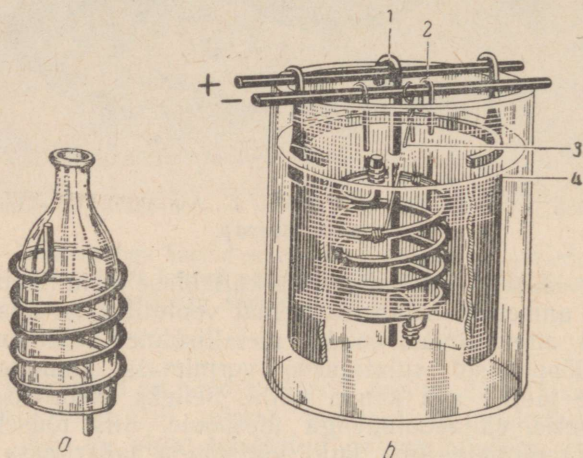
voolutihedusega 1 A/dm^2 , kulub küllaldase metallikatte saamiseks umbes 30 tundi. Suuremat voolutihedust kasutades tekivad etteulatuvail osadel metallisõlmed. Galvaniseerimise lõppemisel sulatatakse vormimass kuumas vees kujusse jäetud ava kaudu välja. Selleks asetatakse kuju üleni vette, väljavooluavaga ülespoole. Siis tõuseb sula mass veepinnale iima kuju välispinda määrimata. Kuju eemaldatakse veest alles siis, kui hangunud vormimass on veepinnalt kõrvaldatud. Sel viisil valmistatud kujukest on võimalik V osas kirjeldatud meetoditel palineerida või värvida.

Tuleb tähendada, et kirjeldatu on kohane ainult nüüsguste esemete valmistamiseks, mille välispind ei pruugi olla sile ega kontuurid teravapiirdelised. Selliselt saab näiteks valmistada tehnikaringide töös kasutatavaid õonesdetaile: baromeetrikarpe, reaktiivlaeva mootoreid, õoneskerasid jne. (joon. 79).

d. Metalltorude valmistamine

Ka metalltorude valmistamiseks, kui nende mõõtmed on väikesed, võib kasutada vormimassi. Kohasemaks vormimaterjaliks on aga siiski mõni kergesti sulav metallisulam, eriti selline, mida hiljem saaks torust välja sulatada. Järgnevalt kirjeldatakse destilleerimisseadme jahutuspiraali

valmistamist. Vormimaterjaliks kasutatakse tina, millest valatakse kaks kuni kolm pulka paberist keeratud 6–7 mm läbimõõduga ja 50 cm pikkusesse vormi. Valminud tinapulgad joodetakse otstest kokku ja keeratakse umbes 7 sentimeetrilise läbimõõduga eseme (pudeli) ümber spiraaliks (joon. 80, *a*). Et nii valmistatud spiraali oleks võimalik vasevannis galvaniseerida, tuleb seda elektrolüütilisel



Joon. 80. Destilleerimisseadme jahutaja valmistamine: *a* — tinapulga painutamine ümber pudeli; *b* — mudel galvanoplastikavannis: 1 — spiraali keskele riputatud vasktraadist lisaanood; 2 — riputustraadid; 3 — abiriputustraad; 4 — silindriline anood.

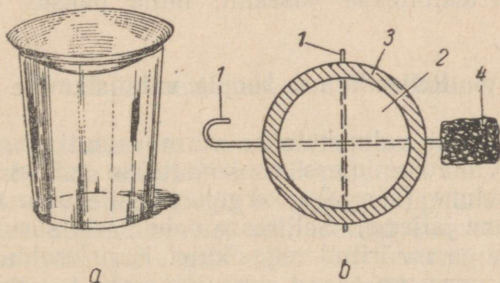
teel peitsida. Sobivaks elektrolüüdiks osutub leelise tina-
vanni elektrolüüt. Sellesse asetatakse vorm anoodina ja
peitsitakse voolutugevusega 2–4 A/dm² seni, kuni vorm
omandab kollakasrohelise varjundi. Siis loputatakse teda
põhjalikult veega ja asetatakse katoodina vasegalvano-
plastikavanni, kus kasutatakse voolutihedust 1–2 A/dm².
Anoodid tuleb paigutada nii, et nad ümbritseksid katoodi
ringikujuliselt. Et katood ka seestpoolt korralikult kattuks,
riputatakse spiraali keskele jämedamast vasktraadist lisa-
anood (joon. 80, *b*). Galvaniseeritakse kuni 0,5 mm paksuse
vasekihi tekkimiseni, milleks voolutiheduse puhul 1 A/dm²
kulub 30–40 tundi. Valminud spiraali kuumutatakse

kohase suurusega kaanega tiiglis, termostaadis või kuumaks köetud ahjus, kus ta vormimetallist vabaneb.

Üksteisesse mahtuvaid nn. kontsentrilisi torusid valmistatakse sel teel, et esimene vormil valmistatud toru kaetakse uuesti vormimassiga ja seejärel voolu juhtiva ainega. Järgnevalt tekitatakse uus metalltoru. Uus toru kastetakse jälle sulasse vormimassi, kaetakse juhtiva ainega ning galvaniseeritakse veelkord jne. Asetades lõpuks saadud torude komplekti kuuma vette, eralduvad torud üksteisest kergesti.

e. Reflektori valmistamine

Projektsiooniaparaadi reflektori valmistamiseks kasutatakse mudelina mõnd valmis reflektorit. Reflektor määratakse seestpoolt hoolega õhukese õli- või rasvakorruga.



Joon. 81. Reflektori vormi ettevalmistamine galvanoplastikavanni asetamiseks: *a* — mudel (reflektor) on asetatud tasakaalustamiseks anumale; *b* — vorm enne vanni asetamist: 1 — riputustraadid; 2 — vorm; 3 — parafineeritud kartongist rõngas; 4 — raskus.

Tasakaalustamiseks asetatakse ta teeklaasile ja valatakse läbi kurna reflektorisse üiessulatatud keev vahavormimass. Riputustraad ja traadike raskuse kinnitamiseks asetatakse kohe sulasse vormimassi (joon. 81). Kui vormimass on täielikult hangunud, eraldatakse vorm mudelist. Saadud vorm peab olema täiesti vigadeta ja ühtlase kõrglâikega. Kui esimesel korral ei õnnestu saada laitmatut vormi, siis korratakse tööd uuesti kuni õnnestumiseni. Ainult hea vormi abil võib saada hea reflektori. Pinna juhtivaks muut-

miseks on soovitatav kasutada suure protsendilise hõbedapulbri sisaldusega galvanografiiti. Et servadel ei tekiks metallisõlmekesi, varjatakse servi parafineeritud kartongisõõriga. Sellisel vormil valminud reflektor ei vaja enam poleerimist. Pärast puhastamist aviobensiinis ja peitsimist on ta valmis niklivannis ülenikeldamiseks.

f. Sõepulga galvaniseerimine

Söest või grafiidist valmistatud dünamo harjale või elektroodile on siis võimalik ühendusjuhet külge joota, kui seda eelnevalt vasevannis galvaniseerida. Nii süsi kui ka grafiit kattuvad hästi. Kui söest ese on muidu täiesti puhas, siis loputatakse teda rasvast vabastamiseks bensiinis. Galvaani elemendist eraldatud sõepulk on puhas ja kattub hästi ilma igasuguse eeltöötlemiseta. Juhtme külgejootmiseks tekitatakse vasekiht, mille paksus on umbes 0,2 mm.

g. Reljeefkujust koopia valmistamine

Reljeefkujust valmistatakse vorm samuti nagu metallmündist. Vahavormimass soojendatakse nii, et see oleks ühtlaselt pehme (sõrmega kergelt massile vajutades tekib massil sõrme jäljend). Sellisesse vahamassi surutakse rasvaga või õliga määratud reljeefkuju. Kuju eraldub massist kergesti ja vorm on pärast voolujuhtivaks tegemist valmis galvanoplastikavanni asetamiseks. Töö teostatakse järgmiselt. Valmistatakse nii suur papist kast, kuhu kuju hästi sisse mahub. Kuju paigutatakse kasti tagumise poolega allapoole. Seejärel määratakse nii kast kui ka kuju õhukese rasvakihiga (näiteks margariiniga). Nüüd valatakse läbi kurna kasti peaaegu keemiseni kuumutatud vahavormimass. Pärast vormimassi hangumist eraldatakse enne kast ja alles siis mudel — reljeefkuju. Nii saadakse täiesti laitmatu vorm. See varustatakse ühendustraadidega, mis kinnitatakse vormi tagaküljele nii, et ette ulatuvad ainult neli ühendustraadi otsa (joon. 82). Taoline kinnitusviis on parem kui teine viis, kus ühendustraadid eest risti üle vormi tõmmatakse. Seejärel kaetakse vorm pronksipulbri kihiga. Et koopia äär saaks puhas, kleebitakse sellele parafiiniga immutatud kartongist sõõr. Galvaniseerimine toimub voolutihedusega 1—2 A/dm² ca 30 tundi.



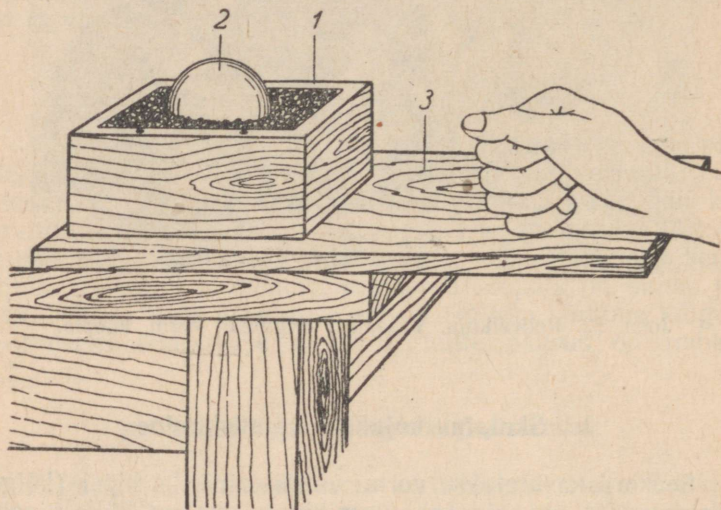
Joon. 82. Reljeeikuju. Vasakult: originaal, vorm, koopia.

h. Skulptuurkujukese valmistamine

Seekord kasutatakse vormi valmistamiseks kipsi (kõige parem oleks hea ukraina vormikips), mis on küllalt peenikene ja võib anda isegi kõrgläikega pinna. Mudelina kasutatakse näiteks seebist valmistatud karukest.

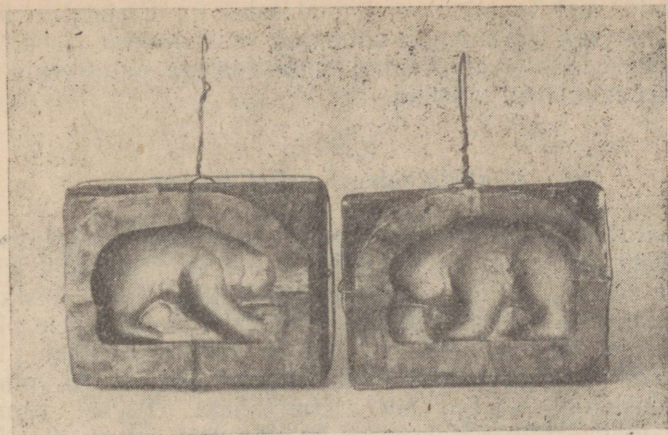
Esiteks valmistatakse lauaotsiest vormikasti pooled. Üks vormikasti pool, mis enne tarvitamist rasva või õliga seestpoolt kokku määratakse, asetatakse klaasplaadile ning koos sellega lauatuikile — «vibraatorile» (joon. 83). Nüüd lisatakse vette kipsipulbrit sel määral, et saab paksu kõrditaolise voolava massi. Sellega täidetakse vormikast pea-aegu ääreni. Nüüd vajutatakse rasvaga määratud karu figuur kuni keskjooneni kipsi sisse. Rusikaga kiiresti laua otsale koputades tekitatakse valumassi vibreerimine. Selle tulemusena vajub kuju ühtlaselt kipsi sisse ja mudeli kõik õõnsused täituvad korralikult kipsiga. Kips tardub 2—3 minutiga, mida tuleb arvestada. Kui soovitakse kipsi tardumist aeglustada, siis lisatakse ühe liitri kipsisegu kohta üks teelusika täis lahja tiseriliimi lahust. Umbes veerand tunni möödumisel on kips küllalt kõva. Nüüd määratakse selle pind jälle rasva või õliga. Järgnevalt asetatakse alumisele vormikasti poolele ülemine vormikasti pool, mis samuti peab olema määratud. Seejärel valmistatakse eel-

poolkirjeldatud viisil kipsisegu ning valatakse kogu aeg vibreerides ka ülemine kasti pool segu täis. On kips tاردunud, eraldatakse kasti pooled ja mudel kipsist. Punktis 36 kirjeldatud viisil toimub vormi kuivatamine ja immuta-

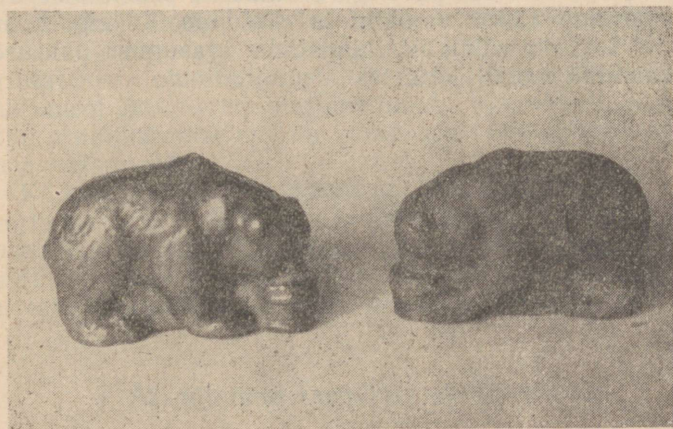


Joon. 83. Vorm vibraatoril. 1 — vormikast; 2 — mudel; 3 — vibraator.

mine. Joonisel 84 on näha vormi pooli sel kujul, nagu nad galvaniseerimiseks vanni riputatakse. Ääred on parafineeritud kartongiga kaetud (varjatud). Galvaniseeritakse voolutihedusega umbes 2 A/dm^2 30 tundi. Et saada ka anoodist kaugemal asuvate vormiosade head kattumist, peab kasutama painutatavaid anode. Tavaliste anoodide puhul võib juhtuda, et kaugemad vormiosad kattuvad liiga õhukese kihiga. Kate võib olla kohati isegi nii õhuke, et vastu valgust vaadates läbi paistab — halvemal juhul võib koopia vormist eraldamisel isegi praguneda. Sellist koopiat on võimalik järgnevalt parandada. Koopia määratakse seestpoolt jootmisvedelikuga ja sinna asetatakse paras tükike jootmistina. Järgneva leegil kuumutamise tulemusena sulab jootmistina ja voolab väga hästi koopias olevatesse augukestesse ja pragudesse. Sel moel saadud koopia on küllalt tugev ja vastupidav edaspidiseks töötle-



Joon. 84. Valmis vormi pooled.



Joon. 85. Valminud skulptuurkujuke. Vasakult: vaskkoopia, seebist kujuke.

miseks. Järgneb koopia servade viimistlemine, mida tuleb teha õige hoolikalt ja ettevaatlikult, sest kui servad on halvasti töödeldud, ei sobi koopia pooled kokku. Kooopia pooled joodetakse kokku jootmistinaga ja puhastatakse viiliga. Jootmisjälgede katmiseks galvaniseeritakse kuju veel 15 minutit vasegalvanoplastikavannis. Pärast vannist

eemaldamist lõputatakse, kuivatatakse ja harjatakse kuju vaskharjaga läikima. Nii valminud vaskkujukest (joon. 85) võidakse osas V kirjeldatud menetlustega patineerida või mõnel muul teel värvida.

i. «Kuldpaberi» valmistamine

«Kuldpaberi» valmistamiseks vajatakse valgevasest, uushõbedast, roostevabast terasest või alumiiniumist kõrgläike plaati. Selline plaat kaetakse alkoholis lahustatud vahakorruga — eralduskihiga. Äärtest raamistatakse plaat paksema kattelaki kihiga. Kui nii ettevalmistatud plaat asetada vasegalvanoplastika vanni, siis kattub plaadi eralduskihiga kaetud ala metallikihiga. Pärast vannist eemaldamist lõputatakse ja kuivatatakse plaat. Seejärel kaetakse ta liimikihiga. Nüüd vajutatakse paberileht tugevasti liimikihile. Niipea, kui liim on kuivanud, tõmmatakse paber plaadilt. Koos paberiga eraldub ka sellele kleepunud galvaaniline läikiv vasekiht ja «kuldpaber» ongi valmis.

Sel teel on võimalik valmistada igasuguse paksusega galvaanilist metallplekki.

V O S A

METALLIDE VÄRVIMINE

41. ALUMIINIUMI OKSÜDEERIMINE JA VÄRVIMINE

a. Alumiiniumi katmise tähtsusest

Alumiinium on tänapäeva tehnikas väga laialdaselt levinud metall, seetõttu pühendatakse alumiiniumi galvaanilisele ja keemilisele töötlemisele suurt tähelepanu.

Alumiinium on korrosiooni suhtes väga tundlik, seepärast kasutatakse alumiiniumist esemete korrosioonikindlaks muutmisel laialdaselt oksüdeerimist. Korralikult oksüdeeritud alumiiniumist ese on suure korrosioonikindlusega ja ilusa välimusega.

Käesoleval ajal kasutatakse kaht alumiiniumi oksüdeerimise viisi — keemilist ja galvaanilist, kusjuures laialdaselt on levinud just viimane, s. o. galvaaniline oksüdeerimise meetod. Seda eelistatakse seetõttu, et galvaanilisel teel tekitatud oksüüdikiht on väga vastupidav.

b. Alumiiniumi keemiline oksüdeerimine

Alumiiniumi keemilist oksüdeerimist kasutatakse ainult neil juhtudel, kui on võimatu teostada galvaanilist oksüdeerimist. Keemilisel teel tekitatud oksüüdi kiht on väga pehme — vähe vastupidav.

Oksüdeerimiseks kasutatakse järgmist lahust:

kaltsineeritud soodat	50 g,
naatriumkromaati	15 g,
naatriumhüdrosüüdi	2,5 g,
vett	1 l.

Lahuse temperatuur hoitakse 80—100° piirides. Oksüdeerimise kestus on 5—30 minutit.

Oksüüdikihi tugevdamiseks kasutatakse tööoperatsiooni, mida nimetatakse passiivseerimiseks ja mis seisneb selles, et ese asetatakse järgmisse lahusesse:

kroomanhüdriidi
vett

20 g,
1 l.

Protsessi kestus on 2—10 sekundit. Pikemaajaline lahuses hoidmine on kahjulik, kuna selle tagajärjel võib oksüüdikiht puruneda. Soovitav on esemed katla pärast töötlemist neutraalse õli, laki või värviga, mille mõjul oksüüdikiht tugevneb.

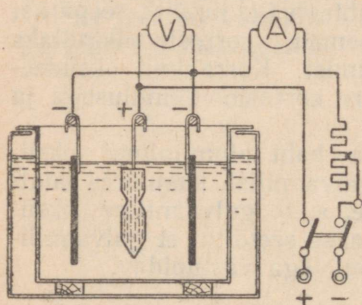
c. Alumiiniumi galvaaniline oksüdeerimine

Alumiiniumi galvaaniliseks oksüdeerimiseks kasutatakse seadet, mille skeem on esitatud joonisel 86.

Kõige enam levinud on oksüdeerimine elektrolüüdis, mis koosneb väävelhapest, kontsentratsiooniga 200 g/l.

Töötlemise režiim: temperatuur 18—25°, (mitte üle 28°) voolutihedus 1,0—2,5 A/dm², pinge 12—28 V, minimaalne kestus 20 minutit.

Katoodidena kasutatakse seatinast plaate. Pärast vees loputamist kontrollitakse eseme pinna happevabasust metüüloranži (0,1% lahus) tilgutamisega esemele. Kui metüüloranž muutub roosaks, tuleb loputamist jätkata.



Joon. 86. Vann alumiiniumi oksüdeerimiseks.

Oksüüdikihi korrosioonikindluse suurendamiseks soovitatakse töötlemist lahuses:

kaaliumbikromaati
vett

100 g,
1 l.

Lahuse temperatuur on 90—95° ja töötlemise kestus 20 minutit.

Kiirendatud väävelhappemeetodiga töötlemisel on elektrolüüdiks 20%-line väävelhape, kusjuures voolutihe-

dus elektrolüüdi temperatuuril 30° on 2 A/dm^2 . Oksüdeerimise kestus on 10 minutit.

Alumiiniumi oksüdeerimiseks võib kasutada ka järgmisi elektrolüüte.

1. Kroomhappene elektrolüüt koosneb 3%-lisest kroomhappendi lahusest, kusjuures alumiiniumisulamite töötlemisel on voolutihedus $0,3\text{--}2,7 \text{ A/dm}^2$, puhta alumiiniumi puhul on voolutihedus väiksem — $0,2\text{--}0,3 \text{ A/dm}^2$. Töötlemise temperatuur 42° , pinge $0,4\text{--}40$ volti. Töötlemise kestus $5\text{--}60$ minutit.

2. Kiirelt töötav kroomhappene elektrolüüt koosneb 9,5%-lisest kroomhappendi lahusest. Voolutihedus on puhta alumiiniumi puhul $1\text{--}40$ voldise pinge juures $0,3\text{--}0,4 \text{ A/dm}^2$. Sulamite puhul on voolutihedus 40 voldilise pinge juures $0,3\text{--}2,5 \text{ A/dm}^2$. Temperatuur 37° . Kestus $5\text{--}30$ minutit.

3. Oblikhappene elektrolüüt koosneb 2—10%-lisest oblikhapest. Oksüdeerimine toimub $40\text{--}60$ voldilise pinge juures voolutihedusega $1,5 \text{ A/dm}^2$, temperatuuril 30° . Kestus 40 minutit.

Alumiiniumile annab hea ja tugeva oksüüdikihi ka järgmine oblikhappene elektrolüüt, mille juures kasutatakse vahelduvvoolu (~ 50):

oblikhapet	5,0%,
kroomhappendit	0,1%,
vett	94,9%.

Voolutihedus $40\text{--}60$ voldilise pinge puhul on $3,0 \text{ A/dm}^2$, lahuse temperatuur 30° , oksüdeerimise kestus 40 minutit.

Vahelduvvoolu saab kasutada ka 15%-lisest väävelhapest koosneva elektrolüüdi puhul. Voolutihedus 18 voldilise pinge juures $3,0 \text{ A/dm}^2$, lahuse temperatuur 20° . Oksüdeerimise kestus 17 minutit.

Elektrolüütiliseks oksüdeerimiseks riputatakse esemed vasest anoodlattide külge. Katoode võib valmistada seatina asemel ka grafiidist.

Kõige universaalsemaks osutub oksüdeerimine väävelhappes alalisvoolu abil, mille tulemusena saadakse tihe, kõva ja värvitu oksüüdikiht, mis on eriti korrosioonikindel ja ilus.

Kuna tekkiv oksüüdikiht võib olla halb elektrijuht, siis mõningate alumiiniumisulamite (AJI-9, AK-6, AK-1) oksü-

deerimisel on soovitatav 1—3 minuti möödumisel tõsta pinget kuni 40 voldini ning hoida seda kuni protsessi lõpuni.

Ülalöeldu on kehtiv ka duralumiiniumi kohta, mille vasesisaldus on 4,6% ja enam (mark Д-6). Selle oksüdeerimisel viiakse pinge 1—2 minuti möödumisel 11 voldini. Pärast oksüdeerimist loputatakse esemed külmas ja kuumas vees ja asetatakse 2—4 minutiks järgmisse lahusesse:

kaaliumbikromaati	15 g,
kaltsineeritud soodat	4 g,
või naatriumhüdrosüüdi	3 g,
vett	1 l.

Selle lahuse pH peab olema piirides 6,5—7,5, temperatuur 90—95°.

d. Alumiiniumi oksüdeerimisel esinevad vead

Oksüdeerimisel väävelhappevannis esinevad sageli järgmised vead: oksüüdikihi läbipõlemine, oksüüdikihi madal kvaliteet, ebaühtlane oksüüdikiht ja kohati esinevad oksüdeerimata alad.

Oksüüdikihi läbipõlemist põhjustab oksüdeeritavate esemete kokkupuude vanni katoodeidega, mille tagajärjel tekib lühiühendus ja kohalik oksüüdikihi ülekuumenemine.

Oksüüdikihi madalat kvaliteeti võib põhjustada nii tehnoloogilisest protsessist kõrvalekaldumine kui ka halb kontakt esemete, riputamisseadmete ja vanni voolulattide vahel. Ei soovitata oksüdeerida esemeid, mille juures on kasutatud punktkeevitust, samuti esemeid, mis koosnevad erinevast metallist detailidest. Kui eseme oksüdeerimist tuleb korrata, siis ei eemaldata vana oksüüdikihti, vaid puhastatakse esemel ainult need kohad, mille abil luuakse kontakt riputusseadmega. Korduvat oksüdeerimist ei soovitata teostada enne kuue tunni möödumist pärast esimest oksüdeerimist. Kui on vaja korrata kroomhappese elektrolüüdiga oksüdeeritud eseme töötlemist, siis eemaldatakse oksüüd peitsimise teel 10%-lises naatriumhüdrosüüdi lahuses 40—50° temperatuuri juures 1—2 minuti kestel. Pärast peitsimist loputatakse ese kuumas ja siis külmas vees ning asetatakse lämmastikhappesse, kuni ta muutub heledaks. Heledaks muutunud ese loputatakse külmas vees ja seejärel võib oksüdeerimisprotsessi korrata.

e. Vanni korrashoid ja kontroll alumiiniumi oksüdeerimisel

Elektrolüütilisel oksüdeerimisel jääb vanni elektrolüüti eseme pinna 1 m² kohta 5—12 grammi alumiiniumi, mis ühineb väävelhappega. Alumiiniumi lubatav kontsentratsioon elektrolüüdis on 25—30 g/l normaalse väävelhappe kontsentratsiooni 200 g/l puhul. Kui vann sisaldab alumiiniumi rohkem, siis alaneb järsult oksüdeerimise kvaliteet ja seetõttu tuleb elektrolüüt asendada uuega.

Väävelhapet kulub normaalsel oksüdeerimisel 35—60 grammi 1 m² oksüdeeritud pinna kohta. Väävelhappe kontsentratsioon elektrolüüdis hoitakse pidevalt piirides 180—200 g/l.

Kui elektrolüüti on kogunenud rauda üle 5 g/l, siis halveneb tunduvalt oksüüdikihi kvaliteet.

Kuna elektrolüütilisel või keemilisel teel alumiiniumile tekitatud oksüüdikiht adsorbeerib enesesse värvaineid, siis on võimalik oksüdeeritud esemeid värvida. Kõige suurem adsorbeerimisvõime on oksüüdikihil kohe pärast oksüdeerimisprotsessi.

Värvimise protsess seisneb eseme asetamises värvivasse lahusesse, neutraliseerimises ammoniaagi lahuses, loputamises külmas vees ning kuivatamises.

Kategooriliselt tuleb hoiduda esemete kätega puudutamisest, mis põhjustab plekkide tekkimist.

f. Alumiiniumi värvimine orgaaniliste värvainetega

Orgaanilistest värvainetest on sobivamad need, mida kasutatakse sageli tööstuses riide värvimiseks. Alisariinvärvid on kõige kindlamad valguse mõjudele, kuna aniliinvärvid pleegivad üsna kiiresti.

Värvaine kontsentratsioon ei tohi ületada 1—10 g/l. Lahuse temperatuur hoitakse 70—85° piirides. Värvaines viibimise aeg on 2—20 minutit, pH=6,5—7,5.

Alumiinium ja duralumiinium omandavad hästi heleda värvuse. Tuleb meeles pidada, et värvimisel substantiivsete ja happeste värvidega peab esemed kohe pärast oksüdeerimist ja vees loputamist asetama vanni värvimiseks. Alusliste värvidega värvimisel tuleb oksüüdikihti vastavalt ette valmistada. Selleks töödeldakse eset nõrga tanniini ja

ammoniaagi lahusega (lahuses on mõlemaid komponente 3%). Värvilahus valmistatakse järgmiselt: vastav värvaine hulk lahustatakse emailleeritud nõus keeva veega, kusjuures lahust keedetakse 2—4 tundi.

Pärast seda lastakse lahust seista 10—20 tundi ja siis filtreeritakse. Filtreeritud lahus valatakse värvimise vanni, kontrollitakse pH ning soojendatakse 70—85°-ni, millega lahus ongi kasutamiseks valmis.

Pärast värvimist loputatakse esemeid külma voolava veega.

Ebaõnnestumisel eemaldatakse värvikiht kastmisega 5—10 sekundiks lämmastikhappesse, mille tagajärjel ese uuesti värvituks muutub, ilma oksüüdikihti rikkumata. Pärast loputamist võib eset uuesti värvida.

Kui ese on pärast värvimist laiguline, siis on oksüüdikihi kvaliteet halb. Sel juhul eemaldatakse oksüüdikiht täielikult ja ese oksüdeeritakse uuesti.

Sageli tuleb alumiiniumist esemeid värvida mustaks. Selleks on sobivam kasutada villase riide jaoks määratud musta aniliinvärvi. Värvimiseks asetatakse esemed lahusesse, mis koosneb 5—10 g/l värvainest, kusjuures temperatuur hoitakse 80—90°. Töötlemise kestus on 15—30 minutit.

Pärast värvimist kasutatakse veel värvaine kinnitamist, milleks ese asetatakse 5—10 minutiks kuuma vette. Enne kinnitamist ei tohi eset kätega katsuda. Pärast loputamist kuumas vees kuivatatakse esemed 50—60° temperatuuri juures. Eriti sügava tooni andmiseks võib eset tehnilise vaseliini, parafiini või vahaga üle hõõruda. Sageli kaetakse esemed värvuseta lakiga, mis on eriti soovitatav keemilise oksüdeerimise puhul.

Värvikihi vastupidavuse suurendamiseks passiveeritakse seda. Passiveerimiseks soovitatakse järgmist koobalti ja nikkelsoolade lahust:

nikkelsulfaati	4,2 g,
koobaltsulfaati	0,7 g,
naatriumatsetaati	4,8 g,
boorhapet	5,3 g,
vett	1 l.

Häid tulemusi annab ka järgmine passiveerimislahus:

naatriumatsetaati	5,5 g,
koobaltsetaati	0,1 g,
boorhapet	3,5 g,
vett	1 l.

Lahuste temperatuuri hoitakse 80—85° piirides. Töötlemise kestus on 15—20 minutit. Lahuse pH = 4,5—5,5. Vann peab olema kas emaleeritud raudplekist või roostevabast terasest. Tekkinud passiivne kiht on värvuseta, ei muuda seega eseme värvitooni ja kinnitab värvikihi tugevasti eseme pinnale.

Pärast passiveerimist kastetakse esemed sula parafiini, tseresiini, vaha või värvitu laki sisse.

Tabelisse 33 on koondatud andmed orgaaniliste värvainete kohta, mis sobivad oksüüdikihi värvimiseks.

Tabel 33

Orgaanilised värvained oksüdeeritud alumiiniumi värvimiseks

Värvaine	Tehnilised eeskirjad	Värvus	Värvaine hulk g/l	Töötlemise aeg minutites
Vees lahustuv nigrosiin	ГОСТ 4014—48	Must	3—5	10—20
Pruun	OCT 1818	Pruun	3—5	10—20
Kollane alisariin		Kuld-kollane	1—3	5—10
Eritrosiin		Rubiin-punane	3—5	5—10
Happeline antrahiinsinine	ГОСТ 343—40	Sinine	1—5	5—10
Roheline X	ГОСТ 374—41	Roheline	3—5	5—10

g. Oksüüdikihi värvimine anorgaaniliste värvainetega

Anorgaanilised värvained on palju kindlamad valguse mõjule (pleekimisele) kui orgaanilised. Alumiiniumi oksüüdikihi värvimiseks asetatakse värvitav oksüdeeritud alumiiniumese kordamööda vastavate soolade vesilahustesse. Värskest oksüdeeritud ja veega loputatud esemeid värvitakse toatemperatuuril kahte lahusesse kastmise teel.

Kummaski lahuses töötlemise aeg on 5—10 minutit. Enne esimesest lahusest teise asetamist loputatakse ese külma veega. Kui soovitakse anda värvile tugevamat tooni, tuleb protsessi korrata. Tabelisse 34 on koondatud andmed anorgaaniliste värvainete kohta. Esmalt kastetakse ese lahusesse A ja seejärel lahusesse B.

Anorgaanilised lahused oksüdeeritud alumiiniumi värvimiseks

Värvus	Koostis	Kontsentratsioon g/l	Tekkiva värvaine nimetus
Sinine või taevassinine	A. Kollane veresool B. Raud(III)kloriid	10—50 10—100	Berliini sinine
Pruun	A. Kollane veresool B. Vasevitriol	10—50 10—100	
Must	A. Koobaltatsetaat B. Mangaanhapend	50—100 15—25	Koobalt(III) oksüüd
Kollane	A. Kaaliumdikromaat B. Seatinaatsetaat	50—100 100—200	Seatinadikro- maat
Kuldkollane	A. Hüposulfit B. Kaaliumpermanganaat	10—50 10—50	Mangaan- dioksüüd
Valge	A. Seatinaatsetaat B. Naatriumsulfaat	10—50 10—50	Seatinasulfaat
Valge	A. Baariumkloriid B. Naatriumsulfaat	10—50 10—50	Baariumsulfaat
Oranž	A. Kaaliumkromaat B. Höbenitraat	5—10 50—100	Höbekromaat

Värvida saab ka ühe lahusega. Näiteks kaaliumdikromadi lahusega töötlemisel saavutatakse sidrunkollane värvus, töötlemisel oblikhapperaud-ammooniumi lahusega 55° temperatuuri juures 3—5 minutit saadakse olenevalt töötlemise kestusest helekollane kuni pronksitaoline värvus.

Anorgaaniliste värvainetega värvitud oksüdeeritud alumiiniumesemeid loputatakse külmas ja kuumas vees ning kuivatatakse seejärel 50—65° temperatuuri juures. Viimase operatsioonina kastetakse esemed parafiini, vahasse, vase-liini või värvitusse lakki.

h. Seade alumiiniumi oksüdeerimiseks

Alumiiniumi oksüdeerimiseks väävelhappe meetodil on sobivad kas lehtterasest või puidust vannid, mis on seest kaetud seatina kihiga või seatinast plekiga. Vann võib olla valmistatud ka keraamilistest ainetest, samuti kõvakummist (akumulaatorite purgid) ja seest kaetud kummikihi või mõne muu happekindla ainega. Vanne jahutatakse veesärgist või vanni asetatud seatinast valmistatud torudest läbi juhitava vee abil. Oksüdeerimisvann tuleb tekkivate gaaside ärajuhtimiseks varustada ka ventilatsiooniseadmega. Täiesti lubamatu on oksüdeerida ventilatsioonita.

Vanni mõõtmed valitakse olenevalt oksüdeeritavate esemete suurusest ja kujust.

Kroomhappega oksüdeerimiseks kasutatav vann valmistatakse lehtterasest, kusjuures seatinast vooder ei ole oluline. Vanni asetatakse toru, millest elektrolüüdi temperatuuri tõstmiseks juhitakse läbi auru, või juhul, kui on vaja elektrolüüti jahutada, külma vett. Anoodlatid asetatakse vanni servadele kinnitatud isolaatoritele, kusjuures katoodiks võib olla ka vanni korpus. Viimasel juhul asetatakse vanni seinte lähedusse puust võred, mis väldivad lühiühendusi oksüdeeritavate esemete ja vanni seinte vahel. Ka siin tuleb hoolitseda hea ventilatsiooni eest.

Oblikhapet sisaldavate elektrolüütide puhul on soovitatav kasutada seest kummeeritud puust vanne. Ka siin vajatakse jahutusseadet. Katoodid valmistatakse grafiitplaatidest.

Vooluallikata oksüdeerimise vannid valmistatakse lehtterasest ja varustatakse elektrolüüdi soojendamiseks samuti aurutorudega.

Leelisega töötavad vannid rasvast vabastamiseks, töötlemiseks kroomi sisaldavate lahustega, samuti loputamisevannid valmistatakse tööstuslikuks otstarbeks lehtterasest.

Lämmastikhappega töötlemiseks valmistatakse vannid enamasti keraamilistest ainetest või siis täiesti puhtast alumiiniumplekist.

Orgaaniliste värvainetega värvimiseks kasutatakse kõvakummist või keraamilistest ainetest vanne. Metallist vannid selleks ei sobi. Tuleb hoolitseda, et tööruumis oleks hea ventilatsioon. Selleks nõutakse tööstuslike seadmete puhul, et iga vann oleks varustatud vanni servadele monteeritud ventilatsioonitorudega.

42. VASE VÄRVIMINE

Vasele on võimalik tekitada mitmesuguseid värvitoone nii elektrokeemilisel kui ka keemilisel teel.

Elektrokeemilistest värvimisviisidest on kõige enam tuntud nn. elektro-kolor menetlus. Selle menetluse järgi asetatakse poleeritud, puhastatud ja rasvast vabastatud vasest või galvaaniliselt vasetatud ese katoodina vanni. Anoodiks kasutatakse vask- või valgevaskplekki. Vasel tekib väga õhuke vaskoksüüdi kiht. Selle kihi värvus ja seega ka eseme värvus oleneb sellest, kui kaua eset vannis töödeldakse. Järelikult on võimalik selle menetluse abil anda vasele ükskõik milline värvus.

Elektrolüüdina kasutatakse järgmist lahust:

vasksulfaati	96 g,
piimhapet	125—150 g,
naatriumhüdroksüüdi	96—180 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on $0,05 \text{ A/dm}^2$, pinge $0,25 \text{ V}$, temperatuur $22\text{—}25^\circ$. Elektro-kolor menetlusel töötamine vajab suurt hoolt ja tähelepanelikkust, kuna värvitoonid olenevad töötlemise ajast, voolutugevusest jne. Sel viisil värvitud esemed tuleb kindlasti katta kvaliteetse õhukindla ja läikiva lakiga.

Must värvus vasel (vaskoksüüdi kiht), paksusega $1\text{—}2 \mu$ saadakse hästi puhastatud ja peitsitud vaskeseme oksüdeerimisega elektrolüütilisel teel. Elektrolüüdina kasutatakse naatriumhüdroksüüdi ($100\text{—}250 \text{ g/l}$) lahust. Esemed riputatakse vanni anoodidena. Lahuse temperatuur hoitakse $80\text{—}90^\circ$ piirides, voolutihedus on $0,5 \text{ A/dm}^2$, pinge $2\text{—}6 \text{ V}$. Töötlemise kestus $20\text{—}30 \text{ min}$. Oksüdeerimine on lõppenud, kui intensiivselt hakkab eralduma gaasi ja voolutugevus järsku langeb.

Katoodidena kasutatakse terasplekki. Katoodi ja anoodi pindaia suhe võetakse $5:1\text{—}8:1$. Elektroodide kaugus on $95\text{—}100 \text{ mm}$. Liiga väikese voolutiheduse juures on tekkiv oksüüdikiht punakas või pruun, liiga suure voolutugevuse puhul on tekkiva oksüüdikihi värvus küll must, kuid koorub kergesti. Katoodidele tekib sade, mis tuleb iga kord pärast töö lõpetamist veega täielikult maha pesta. Pärast oksüdeerimist loputatakse esemeid kuumas vees ning kuivatatakse temperatuuri juures $110\text{—}120^\circ$.

Vasest valmistatud kunstiesemed on sageli roheka või

sinakasroheline tuhmi kattega. Selline kate tekib vaskese-meile loomulikul teel, kui nad pikemat aega niiskes ruumis seisavad. Seda katet nimetatakse paatinaaks. Mitmesuguste keemiliste vahenditega on võimalik paatinat tekitada lühikese aja jooksul. Seda kasutataksegi kunstiesemete kaunistamisel.

Roheline paatina saadakse järgmises elektrolüüdis:

veevaba soodat	50 g,
naatriumnitritit	50—75 g,
vett	1 l.

Voolutihedus on 1 A/dm², pinge 3—4 V, töötlemise aeg 5—10 min. Esemed asetatakse vanni anoodidena, katoodidena kasutatakse vaskplekki. Tekkinud kate kaetakse hiljem vahaga.

Peale elektrolüütilise patineerimise kasutatakse veel keemilist patineerimist. Tuleb märkida, et rohkem on kasutusel just keemiline patineerimine, mis võimaldab tekitada ühtlast, tugevat ja mitmes värvitoonis paatinakihti. Keemilise patineerimisprotsessi juures kiirendatakse tegelikult neid keemilisi protsesse, mis normaalselt toimuvad pikema aja vältel vaskesemete kokkupuutumisel õhuhapniku ja niiskusega. Mõningate retseptide puhul on vajalik, et vaskesemed oleksid enne patineerimist oksüüdikihiga kaetud. Vaskesemetel, mis ei ole kaitstud laki või mõne muu kaitsekihiga, tekib peaaegu alati õhukene oksüüdikiht, millest tavaliselt ka piisab.

Sügavsinise paatina tekitamiseks kasutatakse lahust, mille koostises on:

ammooniumkarbonaati	85 g,
keedusoola	28 g,
vaskatsetaati	28 g,
viinakivi	28 g,
vett	1 l.

Roheline paatina saadakse keemilisel teel vaskesemetel, mis puhastatakse rasvast, kusjuures oksüüdikiht säilitatakse. Selle olemasolu on vajalik ja seda tekitatakse tihti kunstlikult.

Oksüüdikihti omaval vaskesemel saadakse ilus roheline paatina järgmise vedelikuga:

ammooniumkarbonaati	250 g,
ammooniumkloriidi	250 g,
vett	1 l.

Patineerimisel kantakse lahus käsna või pehme harjaga õhukese ja ühtlase kihina esemele. Kuivanud eset harja-

takse pehme harjaga ja niisutatakse uuesti patineerimisvedelikuga. Mida aeglasemalt kate kujuneb, seda tihedam ja püsivam paatina saadakse. Patineerimist korratakse päeva tagant. Lõpuks kaetakse ese õhukese vahakihiga. Nii saadakse loomulikule paatinale väga lähedaste omadustega kate.

Siniroheline paatina saadakse järgmise vedelikuga töötlemisel:

ammooniumkloriidi	40 g,
kaaliumtartraati	120 g,
naatriumkloriidi	160 g,
vasknitraati	200 g,
vett	1 l.

Must värvus saadakse järgmiste lahustega töötlemisel.

Lahus A. Vasknitraati	240 osa,
vett	80 osa,
20%-list hõbenitraadi lahust	5 osa.

Vasknitraat lahustatakse antud koguses vees ja sellele lisatakse hõbenitraadi lahust. Värvitavad esemed kastetakse 1 minutiks lahusesse (temperatuur 50° C), kuivatatakse aeglaselt termostaadis ja põletatakse leegil mustaks. Värvitud esemeid harjatakse pehme harjaga ja vahatatakse.

Lahus B. Naatriumhüdrosüüdi	50 g.
kaaliumpersulfaati	15 g,
vett	1 l.

Vedeliku temperatuur on 60—65°, värvimise aeg 3—5 minutit.

Lahus C. Vaskkarbonaati	40 g,
ammooniumhüdrosüüdi (25%-line)	160 ml,
vett	1 l.

Vedeliku temperatuur 18—25°, värvimise aeg 15 minutit.

Lahus D. Kaaliumsulfiidi	5—10 g,
vett	1 l.

Kaaliumsulfiidi võib asendada ka naatrium- või ammooniumsulfiidiga. Lahus mõjub juba toatemperatuuril, kuid tavaliselt kasutatakse seda 60—80°-ni soojendatult. Värvumine toimub kiiresti. Seejuures tekivad mitmesugused üleminekuvärvused, milledest ilusam on kastanpruun värvus.

Nii võib antud lahust kasutada ka esemete pruuniks värvimiseks. Värv on hästi vastupidav ja laseb end läikivaks harjata.

Pruun värvus vasel saadakse järgnevate lahustega:

Lahus A.	Kaaliumpermanganaati	15 g,
	vasksulfaati	25 g,
	vett	1 l.
Lahus B.	Vasksulfaati	25 g,
	nikkelsulfaati	25 g,
	kaaliumkloraati	12 g,
	kaaliumpermanganaati	7 g,
	vett	1 l.

Lahuse temperatuur on 95°, värvimise kestus 1—2 minutit. Kui vaskeseme pinnale tekib pulbriline kiht, siis harjatakse ese üle.

Punase värvuse saamiseks kuumutatakse eset hapniku juuresolekul. Vask- ja vasetatud esemetel saadakse ilus kirsipunane värvus, kui esemeid hoitakse sulatatud naatrium- või kaaliumnitriidis 350—400° juures. Värvimiseks kasutatakse terasanumat. Valmistamisel tuleb teada, et 1 mahuosa kristalset soola annab 0,5 mahuosa sulatatud soola. Värvitavad, täiesti kuivad esemed asetatakse lahusesse 20—50 sekundiks. Suuremaid esemeid soojendatakse enne lahusesse asetamist. Pärast loputamist ja kuivatamist esemed poleeritakse. Saadakse emailiga sarnanev kate.

43. Vasesulamite värvimine

Vasesulamite värvimiseks võib kasutada samu lahuseid, mida kasutatakse vase värvimiseks. Erinevaid tulemusi annavad mõned spetsiaallahused.

Üleminevad toonid kuldkollane-helesinine-violett-tumesinine saadakse järgmise lahusega töötlemisel:

naatriumtiosulfaati	124 g,
seatinaatsetaati	38 g,
vett	1 l.

Töötlemise temperatuur on 60—70°. Pärast värvimist kaetakse esemed läbipaistva lakiga (šapoonlakk).

Tumesainine värvus saadakse järgmise lahusega:

naatriumtiosulfaati	240 g,
seatinaatsetaati	25 g,
viinakivi	30 g,
vett	1 l.

Tekkiv kate on eriti peeneteraline ja kuni $3,5 \mu$ paks. Töötlemise aeg 5—10 sekundit.

Must värvus valgevasele saadakse järgmise lahusega:

vaskkarbonaati	1 osa
25%-list ammooniumhüdrosüüdi lahust	5 osa.

Värvimisel soojendatakse lahus $30\text{--}40^\circ$ -ni. Värvimise aeg 15 minutit. Esemeid ei tohi kauem töödelda, sest muidu eraldub valgevasest liigselt tsinki. Tsingivaesel pinnal aga ei saavutata küllaldast efekti. Värvitud esemed kaetakse šapoonlakiga.

44. TERASE VÄRVIMINE

Violetne värvus saadakse elektrolüütilisel teel niisuguse kontsentratsiooniga naatriumhüdrosüüdis, mis keeb 160° juures (vt. tabel 35). Mainitud lahus soojendatakse $145\text{--}150^\circ$ -ni. Sellesse asetatakse värvitavad esemed anoodidena. Voolutihedus on 10 A/dm^2 . Väikesed esemed saavutavad mõne sekundi vältel ilusa sinakasvioletse värvuse. Kuivanud esemed asetatakse $150\text{--}160^\circ$ -sesse oliivõlisse või lina- ja mineraalõli segusse.

Sinakas must värvus saadakse elektrolüütilisel teel naatriumhüdrosüüdi või kaaliumhüdrosüüdi lahusega, millesse lisatakse vaskoksüüdi. Lahuse kontsentratsioon olgu selline, et see keeks $120\text{--}130^\circ$ juures (tabel 35). Töötemperatuur on $120\text{--}130^\circ$. Voolutihedus 5 A/dm^2 , värvimise aeg 5—10 minutit.

Tumepruun värvus saadakse 35%-lise naatriumhüdrosüüdi lahusega, millele on lisatud 0,25% boorhapet. Esemed asetatakse 40 minutiks anoodidena elektrolüüti. Voolutihedus on 6 A/dm^2 ja pinge 2 V. Nii tekitatud oksüüdikihi paksus on kuni 2μ . Pärast värvimist tihendatakse poore vahatamisega või kroomželatiini lahusesse kastmisega.

Mustjaspunane värvus saadakse anoodina vanni asetatud esemel kontsentreeritud strontsiumhüdrok-

süüdi (kaltsiumhüdrosüüdi, baariumhüdrosüüdi) lahuse elektrolüüsil. Elektrolüüdile lisatakse naatriumhüdrosüüdi 20 g/l ja boorhapet 3 g/l. Elektrolüüsimisel on voolutihedus 5—10 A/dm², kestus 60 minutit. Elektrolüüdi temperatuur on 95°.

Tabel 35

Naatriumhüdrosüüdi lahuste keemistemperatuurid

Naatriumhüdrosüüdi kontsent. g/l	Keemistemperatuur °C	Naatriumhüdrosüüdi kontsent. g/l	Keemistemperatuur °C
400	117,5	1000	152,0
500	125,0	1100	157,0
600	131,0	1200	161,0
700	136,5	1300	165,0
800	142,0	1400	168,5
900	147,0	1500	172,0

Keemilisel teel saab terasesemeid värvida järgmiste menetlustega.

a. Hästi poleeritud ja puhastatud terasesemed asetatakse liivavanni, mille temperatuur on 320°. Seejuures muutub terase pind ühtlaselt siniseks. Seda värvimisviisi kasutatakse peamiselt väikeste esemete töötlemisel.

b. Suuremad esemed kastetakse esitatud lahusesse, kus toimub reaktsioon, mille tulemusena esemed omandavad sinise värvuse. Et värvumine toimuks ühtlaselt, peavad esemed korralikult puhastatud, poleeritud, peitsitud ja rasvast vabastatud olema. Lahuse koostis:

naatriumtiosulfaati	240 g,
seatinaatsetaati	25 g,
viinakivi	30 g,
vett	1 l.

Õige värvuse tekkimist tuleb hoolikalt jälgida. Pikemaajalisel töötlemisel saadakse sinakashall kate. Hästi värvuvad märja valgevasest traatharjaga harjatud esemed.

c. Must värvus saadakse hästi eeltöödeldud esemil nende kastmisega keevasse naatriumhüdrosüüdi lahusesse. Lahusele lisatakse veel oksüdeerivaid aineid, nagu bikromaati, permanganaati, nitraate, kloraaate jne. Särgeli kasutatakse lahust:

naatriumhüdroksüüdi	670 g.
salpeetrit	17 g.
naatriumnitritit	17 g.
vett	1 l.

Kui terasesemeid hoitakse 15—30 minutit lahuses, mille temperatuur on 120—130°, omandavad nad meeldiva musta värvuse. Suuremaid esemeid soojendatakse enne oksüdeerimisvanni asetamist kuumas vees. Pärast oksüdeerimist loputatakse esemed külmas, siis kuumas vees. Kuuma vee asemel kasutatakse ka äädikhappe lahust (1—2 g/l). Järgneb uus loputamine ning seejärel kuivatamine. Kuivanud esemed kastetakse lühikeseks ajaks kuuma õlisse või määratakse sellega üle.

d. Musta tooni saamiseks terasel kasutatakse veel järgmist viisi: värvitavad esemed kastetakse keeva vette ning seejärel 10%-lisse kaaliumbikromaadi lahusesse. Kuivanud esemeid kuumutatakse hõõguvatel sütel. Seda protsessi korratakse kuni sobiva värvuse saamiseni.

e. Ühe menetluse järgi saadakse must värvus terasesemel linaseemneõli abil. Õlitatud esemeid kuumutatakse aeglaselt 200—400°-ni, nii et õlikiht söestub, kuid ei sütti põlema. Algul tekib pruun, seejärel sügavmust hästi vastupidav värvus.

45. ASOTEERIMINE

Terase asoteerimine on uus meetod terasesemete korrosioonikindluse tõstmisel. Katsete tulemused näitavad, et asoteerimisel tekkiva kattekihi korrosioonikindlus ületab niklikihi korrosioonikindluse kümme korda. Asoteeritud esemeid poleeritakse. Peitsimise teel lämmastikhappega saadakse kõige mitmekesisemaid ja meeldivamaid värvitoone. Seega on asoteerimiseks kohased peaaegu kõik peenraukaubad. Asoteerimisele alluvad terase margid Cr. 10 kuni Cr. 40. Kõvemaid marke ja roostevaba terast sel viisil töödelda ei saa.

Asoteerimise protsess ja aparatuur on väga lihtne, kusjuures töötlemine toimub väga kiiresti. Põhiseadmeks on hermeetiliselt suletav teraskonteiner. Asoteeritavad esemed asetatakse konteinerisse ning koos sellega elektriga köetavasse ahju, kus nad peavad kuumenema 600—700°-ni. Konteinerisse juhatakse ammoniaagiballoonist ammoniaak.

Kuumuses ammoniaak laguneb, lämmastik ühineb metalliga ning tekitab vajaliku katte. Ühe tunni jooksul kasutatakse ammoniaagist ära 50—60%. Sama aja jooksul tekkinud nitriidikihi paksus on umbes 40—50 μ .

46. TSINGI VÄRVIMINE

Must värvus saadakse eseme kastmisel järgmisse lahusesse:

bertolee soola	20 g,
vasksulfaati	200 g,
vett	1 l.

Esemed kastetakse hetkeks lahusesse, loputatakse ja kuivatatakse. Sama toime on ka lahusel:

vasknitraati	30 g,
vaskkloriidi	45 g,
soolhapet (erikaal 1,1)	110 ml,
vett	1 l.

Kollakas pruun värvus pisiesemetel saadakse lahusega:

vasksulfaati	36 g,
viinakivi	30 g,
naatriumhüdroksüüdi	150 g,
vett	1 l.

Üleminekutoonid muutuvad aeglaselt.

Kollakad, lillakad ja pruunid toonid saadakse järgmise lahusega:

salmiaaki	60 g,
nikkelsulfaati	60 g,
vett	1 l.

VI OSA

KATSEID ELEKTROKEEMIAS

47. VEE TERMILINE LAGUNDAMINE

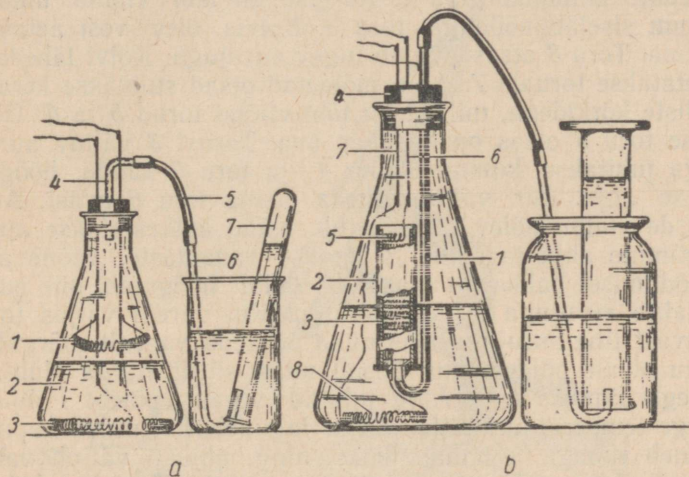
On teada, et vesi kõrge kuumuse juures laguneb koostisosadeks — vesinikuks ja hapnikuks. Vesinik ja hapnik on mõlemad ained, mis põlemisprotsessist energiliselt osa võtavad, seepärast ei võigi vett kasutada kõrge põlemistemperatuuriga ainete kustutamiseks. Nii ei lubatud sõja ajal veega kustutada süütepomme, sest viimaste põlemistemperatuur ületas 3000° C. Veega kustutamisel oleks tuleohtu ainult suurendatud.

Vee termilise lagunemise demonstreerimiseks asetatakse takistustraadist küttespiraal 1 (joon. 87, a) koonuse kujulisse (Erlenmeieri kolb) kolbi 2. Kolvis olevat vett soojendatakse väljastpoolt või ka kolbi asetatud teise küttespiraali 3 abil. Keeva vee aurud läbivad vee kohal asuva heledalt hõõguva spiraali, kus toimub auru lagunemine. Lagunemisproduktid kogutakse toru 4, kummivooliku 5 ja toru 6 kaudu vee all katseklaasi 7.

Katse on palju efektiivsem, kui seadet mõnevõrra täiendada. Selleks vajatakse 5—6 mm siseläbimõõduga metalltoru (mitte alumiiniumist). Torule 1 antakse painutamise teel joonisel 87, b toodud kuju. Metalltoru saab ilma mõlki tõmbumata painutada ainult siis, kui ta eelnevalt kuiva liivaga täidetakse. Toru mõlemasse otsa asetatakse tihedad korgid. Järgnevalt kasutatakse võimalikult suure kaliibriga jahipüssi padrunit 2, mille põhja puuritakse nii suur auk, et sinna mahub vabalt toru 1 ots.

Padrun isoleeritakse seest asbestpapiga 3. Samast materjalist seib asetatakse ka padrunit põhja. Nüüd võetakse kroomnikkeltraadist küttespiraal 5 ja asetatakse omakorda spiraalina padrunist sisse, kusjuures spiraali alu-

mine ots viiakse läbi toru ava ja joodetakse koos toruga kesta külge (joon. 87, *b*). Padrunisse paigutatud küttespiraali teine ots kinnitatakse läbi korgi 4 toodud 1,5 mm läbimõõduga vasktraadi 6 külge. Viimati mainitud vasktraat on küttekeha üheks voolujuhtmeks, kuna teiseks juhtmeks on toru 1. Küttekeha ühendatakse kohase trafo või reostaadi kaudu elektrivõrku. Katse ajal peab küttekeha temperatuur olema nii kõrge, et see heledalt hõõgub. Kolbi



Joon. 87. Vee termiline lagundamine.

valatakse nii palju vett, et padrun umbes poolest saadik vette ulatuks. Kolbi võib soojendada elektripliidil, ent kohasem oleks kolbi asetada veel teine küttespiraal 8, millega vesi keema aetakse. Selle küttespiraali üks ots kinnitatakse samuti toru 1 külge, teine ots ühendatakse korgist läbi toodud traadiga 7. Kui vesi katse puhul liiga tormiliselt keema hakkab, lahutatakse küttespiraal 8 vooluringist.

Katse läbiviimisel lastakse vesi enne keema minna ja alles siis ühendatakse padrunis olev küttespiraal vooluringi. Tekkinud aur pääseb kolvist välja ainult läbi padruni. Seejuures puutub ta küllalt pikal teel kokku kuuma küttespiraaliga ja laguneb vesinikuks ning hapnikuks. Saadud gaaside segu kogutakse varem kirjeldatud viisil katseklaasi või gaasikogujasse. Lähendades katseklaasi avale põleva tiku, kuulduv hele pauk. Selle paugu tekitab vesiniku

ja hapniku segu — paukgaasi plahvatus. Suuremate paukgaasi kogustega sel viisil katsetada ei tohi, katseanumad võivad lõhkeda ja tekitada küllaltki tõsiseid vigastusi.

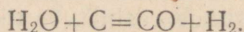
a. Katsed toruahju abil

Katse 1. Veega täidetud kolb 1 (joon. 88), suletakse tihedalt kummikorgiga 2. Korgist on läbi viidud umbes 5 mm siseläbimõõduga toru 3. Kolvis olev vesi aetakse keema. Toru 3 otsast väljub tugev aurujuga. Kolvi lähedale asetatakse toruahi 7. Ahju mõlemad otsad suletakse keraamiliste korkidega, millest on läbi viidud torud 5 ja 6. Ülemise toru 6 otsas on kitsenev ava. Torust 3 väljuv aurujuga juhatakse kummivooliku 4 ja toru 5 kaudu hõõgvasse ahju. Aur väljub tiheda joana toru 6 avast. Ava juurde viidud põlev tikk kustub. Nüüd katkestatakse auru juhtimine ahju ja sinna pannakse raualaaste. Mõne aja möödumisei hakkavad laastud heledalt hõõguma, siis suunatakse aurujuga uuesti toruahju. Kui varem väljus toru 6 avast tihe aurujuga, siis nüüd on seda vaevalt märgata. Toru otsale põleva tiku lähendamisel süttib nõrga plahvatusega sinakas leek. Ahju juhitud veeaur põleb! Põhjus: kõrge temperatuuri tõttu veeaur laguneb, kusjuures hapnik ühineb rauaga rauahapnikuks ning ahjust väljub vaba vesinik koos mõninga hulga veeauruga. Vesiniku kohta aga teame, et see õhuhapniku juuresolekul põleb.

Katse 2. Katse läbiviimiseks kasutame eelmist katse-seadet.

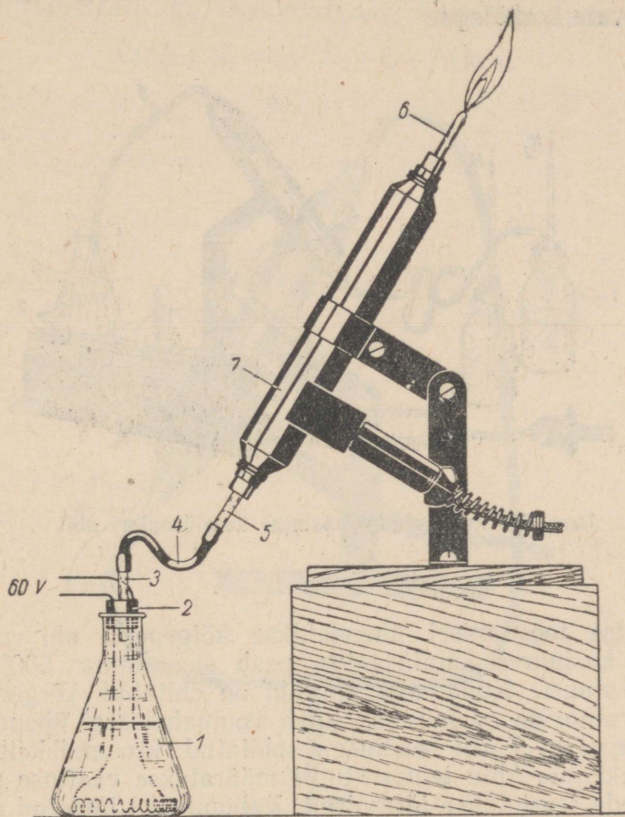
Toruaahi 7 (joon. 88) täidetakse koksi või puidusõega (tükkidena, mitte pulbrina). Ahju mõlemad otsad suletakse samuti nagu katse 1 puhul. Seejärel ühendatakse ahi vooluallikaga. Kui söed hakkavad ahjus tugevasti hõõguma, juhatakse sinna aurujuga. Kui nüüd lähendada põlev tikk toru 6 otsale, tekib selle ees küllaltki võimas kollakas leek.

Mis toimub ahjus veeauruga? Vee ja süsiniku vahel toimub reaktsioon, mille tulemusena tekib nn. vesigaas $\text{CO} + \text{H}_2$:



Vesigaas aga põleb suurepäraselt. Olgu muide tähendatud, et sama vesigaas on kaasaegse keemiatööstuse üks täht-

samaid lähteaineid. Sellest saadakse kohaste katalüsaatorite valikul ja temperatuuride ning rõhkude rakendamisel puupiiritust, rasvhappeid ja mitmesuguseid teisi süsi-vesikuid.



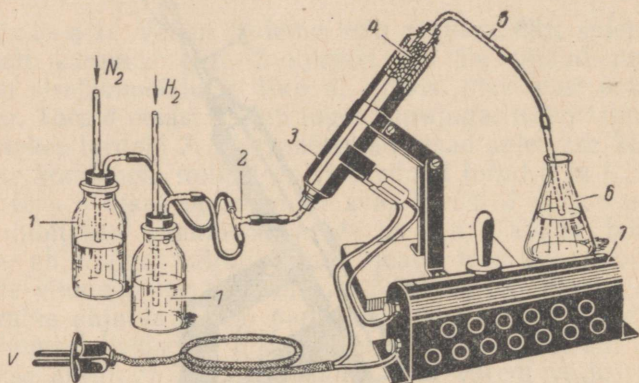
Joon. 88. Vesigaasi saamine.

48. LÄMMASTIKÜHENDITE SAAMINE

a. Ammoniaagi valmistamine

Ükskõik missugusel viisil saadud vesinik ja lämmastik juhitakse läbi puhastusanumate 1 (joon. 89) ja T-toru 2 kaudu toruahju 3. Toruahju keskosa on täidetud

umbes 10 cm ulatuses rauapuruga 4, mis on katalüsaatoriks. Ahju teine ots ühendatakse toru 5 kaudu ahjus tekki-
 kiva lämmastikühendi vastuvõtuanumaga 6, mis on veega täidetud. Toruahju mõlemad avad on varustatud tihedalt
 suletavate korkidega.

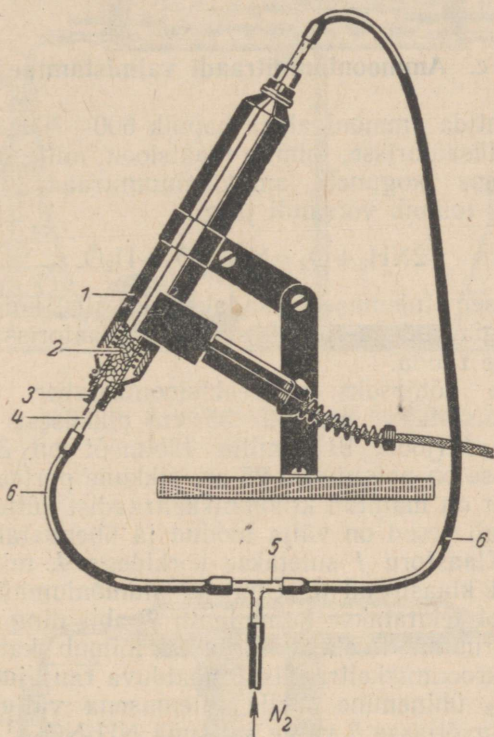
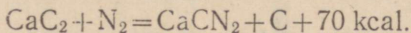


Joon. 89. Ammoniaagi saamine katalüsaatori abil.

Katse teostamisel ühendatakse kõigepealt ahi voolu-
 ringi, kusjuures katalüsaator peab saavutama 500°-lise
 temperatuuri. Kuna aga toruahi on ehitatud kõrgemate
 temperatuuride saamiseks, tuleb vooluahelasse ühendada
 veel reostaal 7 või seadmega sobitatud kroomnikkeltraa-
 dist takistus. Ahju temperatuuri määratakse vaatluse põh-
 jal. Seda teostatakse järgmiselt. Rauapuruga täidetud ahju
 alumine ots korgitakse ja ahi ühendatakse reostaadi kaudu
 vooluringi. Algul on reostaat reguleeritud kõige väiksemale
 takistusele. Kui ahi on saavutanud maksimaalse tempera-
 tuuri, suurendatakse reostaadi abil takistust, kuni on mär-
 gata rauapuru hõõgumise algust. Seega on saavutatud
 temperatuur ca 500°. Pärast vajaliku temperatuuri saavu-
 tamist juhitakse gaaside segu toruahju. Siin toimub
 vesiniku ja lämmastiku ühinemine vahekorras 3:1. Tekib
 ammoniaak, mis väljub toru 5 kaudu vette.

b. Ammoniaagi saamine kaltsiumkarbiidi abil

Ammoniaagi saamine tsüaanamiidmeetodil põhjeneb sellel, et kaltsiumkarbiid reageerib kõrgetel temperatuuridel vaba lämmastikuga, moodustades kaltsiumtsüaanamiidi:

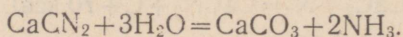


Joon. 90. Ammoniaagi saamine kaltsiumkarbiidi abil.

Katseks kasutatav kaltsiumkarbiid 2 (joon. 90) panakse toruahju 1. Ahju otsad on korkitud keraamiliste korkidega 3, millest on läbi viidud torud 4. Torud ühendatakse omakorda T-toruga 5 kummivoolikute 6 abil. Vaba T-toru otsa kaudu juhitakse sisse lämmastik.

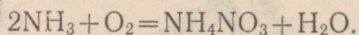
Katsetamisel tõstetakse ahju temperatuur nii kõrgele kui võimalik. Siis juhitakse lämmastik ahju. Reaktsioonil

eraldub palju soojust, seepärast võib ahi reaktsiooni algamisel vooluringist välja lülitada. Ahjus tekibki kaltsiumtsüaanamiid. Seda kasutatakse sageli väetisena. Tsüaanamiidist saadakse ülekuumendatud veeauru toimel vaba ammoniaak, kusjuures toimub reaktsioon:



c. Ammooniumnitraadi valmistamine

Kui juhtida ammoniaak ja hapnik 600—700°-ni kuumutatud katalüsaatorisse, toimub reaktsioon, mille tulemusena vastuvõtjasse koguneb ammooniumnitraadi vesilahus. Reaktsioon toimub võrrandi järgi:

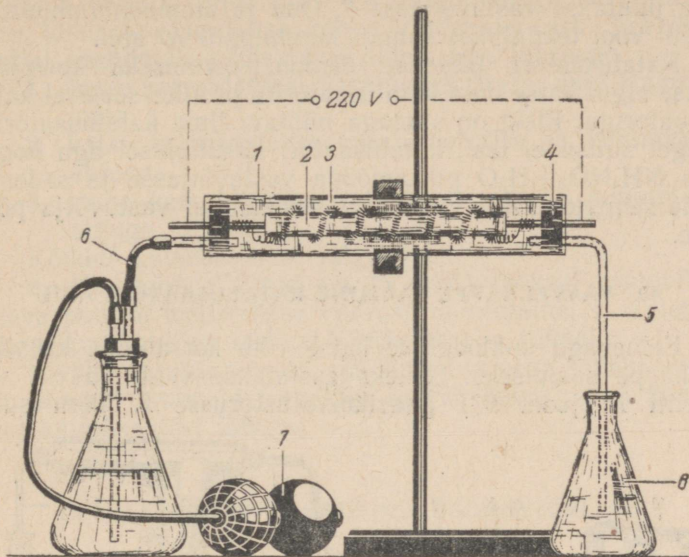


Samasugused tulemused saadakse ka siis, kui õhk koos ammoniaagiaurudega juhitakse katalüsaatorisse, milleks kasutatakse rauda.

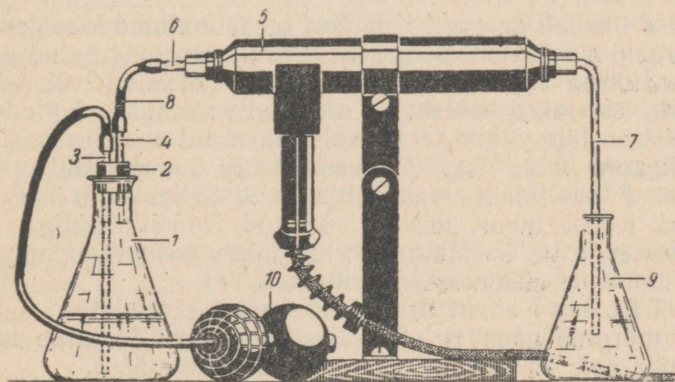
Seadme põhiosaks on reaktsioonikamber. Verhovski järgi valmistatakse see 30—35 cm pikkusest jämedast klaastorust 1 (joon. 91), mille läbimõõt on 3,5—4 cm. Klaastorusse on paigutatud 25 cm pikkune portselantoru 2. Toru ümber on mähitud kroomnikkeltraadist küttespiraal 3. Küttespiraali otsad on välja toodud ja ühendatakse vooluvõrguga. Klaastoru 1 suletakse korkidega 4, milledest on läbi viidud klaastorud 5. Õhu ja ammooniumhüdroksüüdi aurude vool tekitatakse kummipalli 7 abil ning juhitakse reaktsiooniruumi. Reaktsiooniruumis toimub katalüsaatori hõõguvas kroomnikkeltraadis 3 sisalduva raua juuresolekul NH_3 ja O_2 ühinemine. Selle tulemusena väljub toru 5 kaudu vastuvõtjasse 8 valge suitsuna NH_4NO_3 .

Toruahju kasutamisel korraldatakse katse järgmiselt (joon. 92).

Laia suuga pudelisse 1 kallatakse poolest saadik 25%-list ammooniumhüdroksüüdi. Pudel suletakse korgiga 2, millest on läbi viidud torud 3 ja 4. Pudeli 1 kõrvale asetatakse toruahi 5. Selle mõlemad avad suletakse keraamiliste korkidega, milledest on läbi viidud portselanist või klaasist torud 6 ja 7. Toruahju paigutatakse katalüsaatorina teraselaaste, terastraadist spiraal või terasvõrk. Nüüd ühendatakse ahi pudeliga 1 kummivooliku 8 abil. Toru 7



Joon. 91. Ammooniumnitraadi saamine.



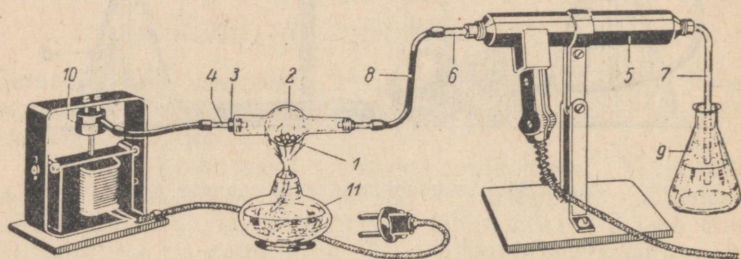
Joon. 92. Ammooniumnitraadi saamine toruahju abil.

aga juhitakse vastuvõtjasse 9. Õhu ja ammooniumhüdrosüüdi vool tekitab samuti kummipalli 10 abil.

Katalüsaatori tähtsuse demonstreerimiseks korraldatakse algul katse ilma katalüsaatorita ja alles seejärel katalüsaatoriga. Efekt on silmaga nähtav: ilma katalüsaatorita valget suitsu ei teki, katalüsaatori kasutamisel aga koguneb $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ pikkamööda vastuvõtjasse ja sadeneb selle seintele. Sealt valgub ta vähehaaval vastuvõtja põhjale.

49. VÄÄVELHAPPE SAAMINE KATALÜSAATORI ABIL

Eelnevaga analoogilise katse võib korraldada ka väävelhappe saamiseks. Selleks asetatakse veidi väävlit või püriiti 1 (joon. 93) gaasikuivatustorusse 2. Toru sule-



Joon. 93. Väävelhappe saamine.

takse tihedalt korgiga 3, millest on läbi viidud klaastoru 4. Toruahi 5 — reaktsiooniruum — kuhu on paigutatud katalüsaatorina terastraadist spiraal, teraslaastud või terasvõrk, suletakse mõlemast otsast keraamiliste korkidega. Neist on läbi viidud teras- või klaastorud 6 ja 7. Gaasikuivatustoru 2 ja toru 6 ühendatakse kummivoolikuga 8. Toru 7 ots viiakse vastuvõtjasse 9. Sellesse on kallatud nõrk leelise lahus, mis on värvitud fenoolftaleiiniga. Kui katseseade on koostatud, ühendatakse membraanpump 10 toruga 4 ja süüdatakse piirituslamp 11.

Tähelepanu! Katsel eraldub vääveldioksüüd, mis on mürgine gaas (p. 10). Seepärast korraldatakse katse tõmbekapis või kohas, kust gaas ruumi ei pääse.

Katalüsaatori tähtsuse demonstreerimiseks korraldatakse kolm katset, millede kestust määratakse stopperi või ajanäitajaga. Maksimaalseks katse kestuseks võetakse

algul 5 minutit. Indikaator — fenooltaleiiniga värvitud leelise lahus — jagatakse kolme võrdsesse ossa. Iga katse puhul asendatakse kasutatud lahus uue lahusega.

1. katse korraldatakse katalüsaatorita ja ahju kuumutamata.
2. katse korraldatakse katalüsaatorita ja kuumutatud ahjuga.
3. katse korraldatakse katalüsaatoriga ja kuumutatud ahjuga.

Kõikide katsete puhul jälgitakse:

a. Kas toimus antud aja (5 min.) jooksul vastuvõtjas oleva punase leelilahuse värvuse muutumine, s. o. lahuse happesuse muutus tekkinud väävelhappe toimel.

b. Kui muutus toimus, siis kui palju aega selleks kulus?

Saadud andmeid võrreldes selgub katse puhul kasutatud katalüsaatori tähtsus.

50. VÄÄVELHAPPE SAAMINE OSONAATORI ABIL

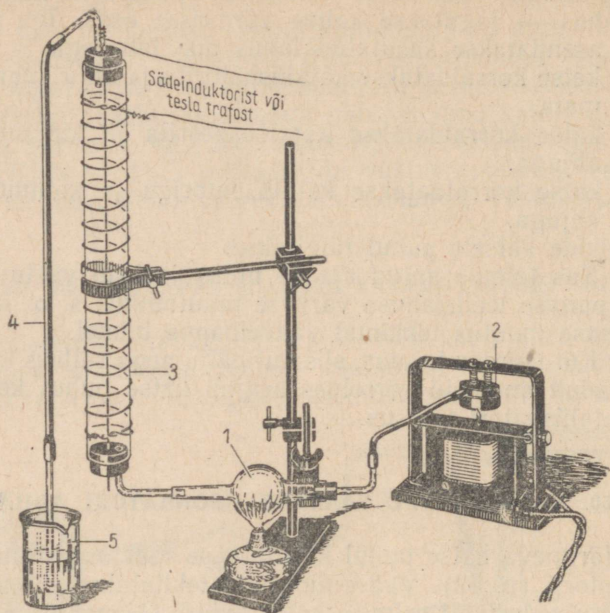
Järgneva katse puhul kasutatakse reaktsiooniruumina osonaatorit (p. 52). Vääveldioksüüd tekitatakse samal viisil, nagu seda tehti eelmise katse puhul. Osonaatoris liitub vääveldioksüüdile veel üks aatom hapnikku, saadud SO_3 reageerib veega ja tekibki väävelhape.

Katseseade on esitatud joonisel 94.

Gaasikuivatustorus 1 kuumutatakse väävlit kuni sinise leegi ilmumiseni. Tekkinud vääveldioksüüd puhutakse koos õhuga membraanpumba 2 abil ühendustorustiku kaudu osonaatorisse 3. Osonaatorist väljub gaas toru 4 kaudu vastuvõtjasse 5. Seal asub indikaatorina nagu eelmiseski katses fenooltaleiiniga värvitud nõrk leelise lahus. Ka antud juhul on kohane korraldada kaks katset.

1. Juhtida vääveldioksüüd läbi väljalülitatud osonaatori.
2. Juhtida vääveldioksüüd läbi sisse lülitatud osonaatori.

Esimesel juhul väljub vääveldioksüüd läbi leelise hallika suitsuna ja SO_2 -le omase terava lõhnaga. Indikaator ei muuda värvust kahe minuti möödumisel. Teisel juhul ei ole märgata SO_2 halli suitsu ega ka teravat lõhna. Indikaator kaolab kiiresti värvuse, s. t. vastuvõtjas olev leelise lahus on hapustatud väävelhapest.



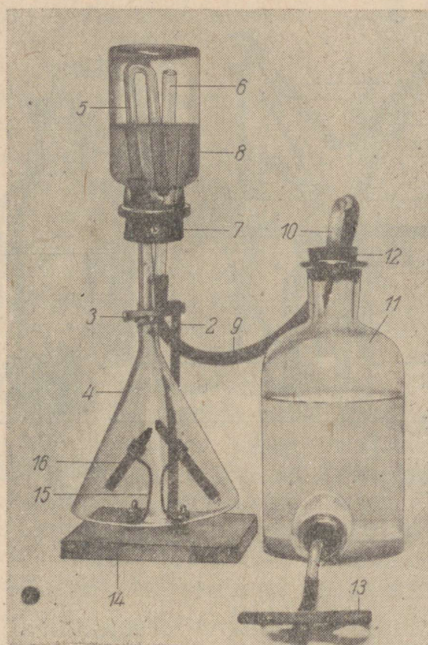
Joon. 94. Väävelhappe saamine osonaatori abil.

51. LÄMMASTIKHAPPE SAAMINE ÕHUST ELEKTRIKAARE ABIL

Maades, kus on suured võimalused hüdroelektrijaamade ehitamiseks, mis teevad elektrienergia odavaks, kasutatakse juba mõned aastakümned elektri kaarleeki lämmastikühendite saamiseks õhust. Nimelt ühinevad N_2 ja O_2 kõrgetel temperatuuridel (ca 3000°) momentaalselt NO-ks. Kui viimane kohe jahutada alla 1200° , siis säilib tekkinud NO molekul. Edaspidisel NO jahtumisel ühendab see endaga veel ühe hapniku aatomi ning tekib lämmastikdioksüüd. Viimane vette juhituduna reageerib sellega ja annabki lämmastikhappe. Lämmastikdioksüüdi tekitamiseks vajalikku kõrget temperatuuri on võimalik kõige paremini saada elektri kaarleegi abil. Kaarleek «puhutakse» võimsate elektromagnetite vahel laiaks leegikettaks, millest juhitakse läbi õhuvool.

Järgnevalt on kirjeldatud kahte sellise laboratoorse seadme varianti.

A. Joonisel 95 toodud seade koosneb statiivist, mille osadeks on 100×100 mm suurune aluslaud 1, metallvarras 2 ja viimase külge joodetud statiivklamber 3. Klambri vahele kinnitatakse klaaslehter 4. Klaaslehter on ühendatud

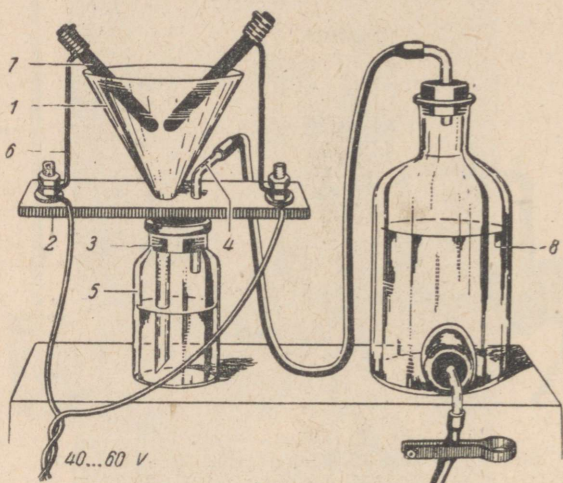


Joon. 95. Lämmastikhappe saamine kaarleegi abil.

kummivooliku abil kõvera klaastoruga 5. Klaastorud 5 ja 6 on viidud läbi kummikorgi 7. Indikaatori anumana 8 kasutatakse umbes 100 ml mahuga klaaspudelit. Pudelit täidetakse poolest saadik fenoolftaleiiniga värvitud nõrga leelise lahusega ja suletakse kummikorgiga 7. Toru 6 ots ühendatakse kummivooliku 9 abil klaastoruga 10, mis on läbi viidud tihedalt väljavoolupudelit 11 sulgevast kummikorgist 12. Väljavoolupudel, mille maht on ca üks liiter, täidetakse veega ja suletakse alt klaastoru või kraaniga varus-

tatud kummikorgiga. Klaastoru puhul ühendatakse sellega veel kummivoolik, mida võib voolikunäpitsa 13 abil sulgeda.

Lehtri ava alla kinnitatakse alusele poltide 14 ja mutrite abil elektroodihoidjad 15. Need valmistatakse 1,5—2 mm läbimõõduga traadist. Selleks võetakse 15 cm pikkune traaditükk, mille ühte otsa painutatakse aas. Selle abil kinnitatakse elektroodihoidja alusele. Teine traadi ots



Joon. 96. Lämmastikhappe saamine.

keerutatakse taskulambipatarei söoelektroodi jämedusega pulga ümber, mille tulemusena saadakse elektroodihoide pesa. Viimasesse asetatakse elektroodid 16.

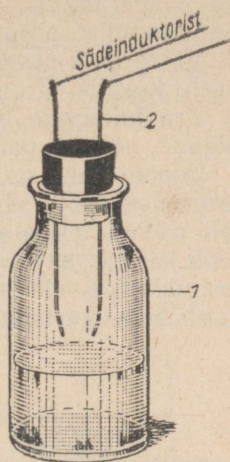
Seadme kasutamisel ühendatakse kinnituspoltidele 14 keeratud teise paari mutrite alla elektrijuhtmed. Seejärel tekitatakse alalis- või vahelduvvoolu abil, mille pinge on 50—60 V, elektri kaarleek. «Süütamiseks» kasutatakse söepulgakest, millega ühendatakse hetkeks elektroodid 16. Samal ajal avatakse ka väljavoolupudelil näpits 13. Väljuva vee tõttu tekib pudelites õhuhõrendus ja neisse tungib välisõhk läbi kaarleegi. Moodustub NO, mis ühineb õhuhapnikuga NO₂-ks ja voolab läbi indikaatori, kus ta ühineb veega HNO₃-ks. Indikaatori värvus muutub kiiresti, s. o. lahus muutub selles tekkinud lämmastikhappe mõjul happeseks.

B. Seadme puhul, mis on toodud joonisel 96, ei kasu-

tata statiivi. Lehtri 1 ots juhitakse läbi lauakese 2 ja kummikorgi 3 umbes 50—100 ml mahuga pudelisse 5. Nendest osadest viiakse läbi ka klaastoru 4. Lauale 2 kinnitatakse eelmise katse juures kirjeldatud viisil valmistatud elektroodid 6. Elektroodidena kasutatakse samasuguseid söepulki 7. Klaastoruga 4 ühendatakse imemisseade — väljavoolupudel 8.

Kui on käepärast mingisugune pump pideva õhuhõrenduse tekitamiseks (membraanpump, käsipump vms.), siis võib ka seda kasutada.

Katset saab sooritada ka sädeinduktori või teslatrafo kasutamisel. Seejuures ei tarvitse eelpoolkirjeldatud seadmetes midagi muuta. Kaarleegi asemel tekitatakse vaid samade elektroodide vahel sädemetevihk. Lihtsaimat seadet kujutab endast pudel 1 (joon. 97), mille kummikorgist on läbi viidud traadid 2. Pudelis on fenoolftaleiiniga värvitud õige nõrk leelise lahus. Sädeinduktori või teslatrafo kasutamisel tekitatakse traatide 2 vahel elektrisäde. Pärast seda, kui seadet on hoitud mõni minut voolu all, loksutatakse indikaatorit. Lahus muutub pudelis heledaks. Järelikult on selles tekkinud mõningal määral lämmastikdioksüüd, mis loksutamisel ühines veega lämmastikhappeks.



Joon. 97. Lämmastikhappe saamine.

52. OSONAATOR

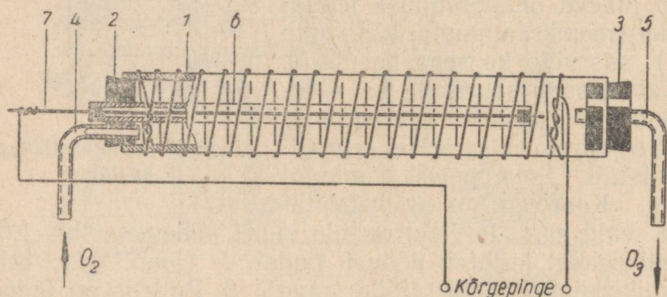
a. Osonaatori valmistamine

Hapniku molekul on kaheaatomiline (O_2). 1840. a. sai saksa keemik Schönbein katsete tulemusena kolmeaatomilise hapniku (O_3). Viimane erineb tunduvalt tavalisest hapnikust ja seetõttu nimetati see osooniks (kreeka keeles «haisev»). Gaasiline osoon on värvuselt sinakas. Osoon plahvatab tugeva põrutuse tagajärjel. Looduses tekib osoon mõningate orgaaniliste ainete hapendumisel ning äikese

ajal välgu toimel. Okaspuumetsas tekib osooni puuvaigu oksüdeerimise produktina.

Väike hulk osooni sissehingatavas õhus on inimese tervele kasulik. Tugevasti osoneeritud õhu sissehingamine on aga inimesele väga kahjulik ja võib isegi surmavalt mõjuda, sest ta paralüseerib hingamise.

Osooni valmistatakse tavalisest hapnikust elektri vaikse purgimise teel (sädemeta elektrilahendus). Seadet, mille abil osooni tekitatakse, nimetatakse osonaatoriks. Osoon tekib ka siis, kui teostatakse lahjendatud väävel- või fluoressinikhape elektrolüüsi. Samuti tekib osooni töötavat elavhõbedakvartslampi ümbritsevas õhus.

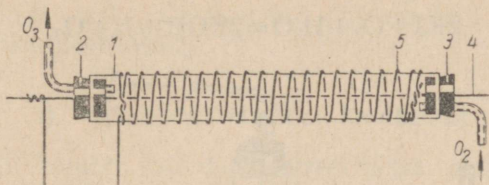


Joon. 98. Osonaator.

Lihtsa osonaatori valmistamiseks (joon. 98) vajatakse kaht teineteise sisse mahtuvat klaastoru, nelja korki, üht sukavarrast, peenikest vasktraati ja klaastorusid hapniku juurde- ning osooni ärajuhtimiseks. Peale ülalmainitud esemete vajatakse veel kõrgepinge tekitamise seadet koos toiteallikate — akumulaatorite või galvaani elementidega.

Osonaatori valmistamiseks võetakse 3 cm jämedune ja 25 cm pikkune klaastoru 1 ja suletakse selle mõlemad otsad kummist, korgist või puust korkidega 2 ja 3, millesse on puuritud ühte kaks ja teise üks auk, vastavalt klaastorude 4, 5 ja 6 läbiviimiseks. Järgnevalt võetakse 20 cm pikkune ja 1 cm jämedune klaastoru 6, mille otsad suletakse samuti kummikorkidega, kusjuures ühest korgist torgatakse läbi 0,5—1 mm jämedune terastraat või sukavarras 7. Nii valmistatud klaastoru pistetakse läbi korgist 2 puuritud augu. Järgnevalt asetatakse kohale klaastorud 4 ja 5. Välisele torule 1 mähitakse peaaegu kogu pikkuses

0,5—1 mm jämedust vasktraati, mille otsad kinnitatakse traadi mitmekordse läbitõmbamisega esimese ja viimase keeru vahelt. Vasktraadi asemel võib kasutada ka stanniolpaberit või õhukesest plekist katet, mis kinnitatakse klaasitorule mõne traadikeeru pealemähkimisega. Osonaatorit on võimalik veel lihtsamalt valmistada (joon. 99).



Joon. 99. Lihtne osonaator.

Jämeda klaasitoru 1 otsad suletakse sobivate korkidega 2 ja 3, milledest tõmmatakse läbi 0,5 mm läbimõõduga terastraat 4. Korkidesse puuritakse augud õhu juurde- ja osooni ärajuhlimiseks, kuna torule keritakse peaaegu kogu selle pikkuses 0,5 mm läbimõõduga vasktraat 5, mille otsad kinnitatakse nagu eelmisegi osonaatori puhul.

Kogu seade kinnitatakse statiivi klambrite vahele joonis 100 kohaselt. Õhu läbipumpamiseks seadmest on soovitatav kasutada kas paberist valmistatud lõõtsa või kõlnivee puhustajana kasutatavat kummipalli.

Kuna õhus on hapnikku ruumala järgi vaid 21% ümber (78% on lämmastikku ja 1% väärisgaase jm.), siis on osooni tekitamiseks soovitatav kasutada kas elektroliüüsi teel või keemiliselt saadud hapnikku. Osoon on vähepüsiv ja laguneb õige kiiresti hapnikuks O_2 .

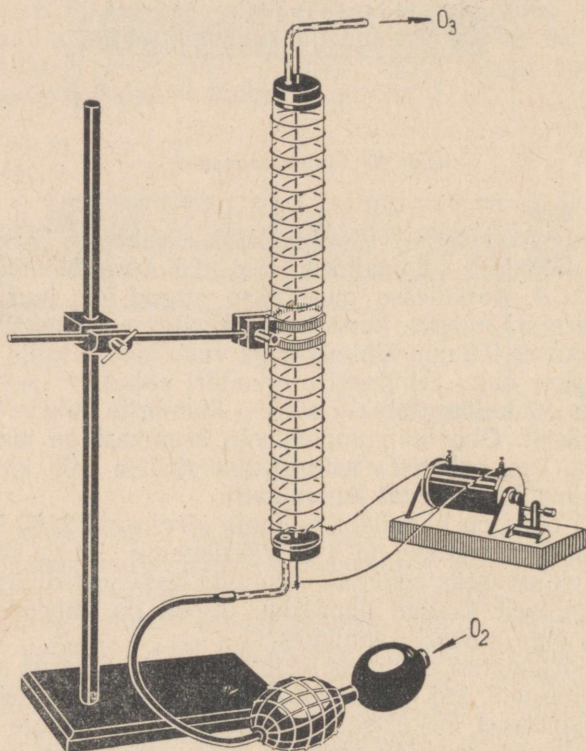
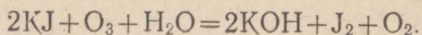
Ülal kirjeldatud seadmeis tekib kõige intensiivsem osooni eraldumine siis, kui on saavutatud sobiv pinge. Tuleb vältida elektrisädet elektrootside vahel. Induktiiri pinge reguleerimiseks on soovitatav viimase primaarahelasse lülitada mõneoomiline reguleeritav takistus.

b. Katsed osooniga

Osonaatoriga teostatakse mõned katsed. Läbi osonaatori juhitakse hapnikku. Tekkinud osoon kogutakse vette asetatud mõõtsilindrisse. Kui valada mõni tilk piiritust

osooniga täidetud silindrisse, plahvatab piiritus kohe põlema.

Punane lakmuspaber immutatakse kaaliumjodiidi lahusega. Asetades sellise lakmuspaberi osooniga täidetud nõusse, värvub paber siniseks. Toimus keemiline reaktsioon, mille võrrand on järgmine:



Joon. 100. Osonaatori ühendamine vooluallikaga.

Leelise KOH toimel värvubki punane lakmuspaber siniseks. Et toimunud reaktsiooni tulemusena lõepoolest tekis ka jood, selles veendutakse tärglisindikaatori (tärglisekliistri) abil.

Asetades osonaatori ruumi, kus on sumbunud õhk,

muutub õhk osooni toimel õige kiiresti värskeks. Seda kasutatakse ühiskondlike ruumide ventileerimisel.

Osooni kasutamine tehnikas rajaneb tema hapendavale toimele. Nii kasutatakse osooni vees leiduvate haigusbakterite kui ka õhus esinevate kahjulike lisandite hävitamiseks. Osooni on võimalik kasutada puidu ning veinide kunstlikuks vanandamiseks. Osoneeritud õhk on eriti sobiv kae-
vanduste ventileerimisel.

53. KATSED COTTRELLI KAMBRIGA

Cottrelli kambri abil demonstreeritakse alalise elektrivälja toimet väikestes aineosakestes.

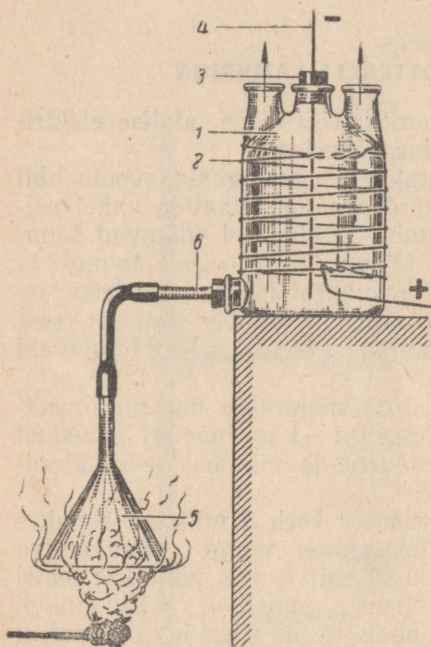
Cottrelli kambri tekitatakse kõrgepingealalisvoolu abil elektriväli analoogiliselt kondensaatori plaatide vahel esineva väljaga. Cottrelli kambri põhimõttel töötavad tänapäeval laialt kasutamist leidnud elektrilised tolmu- ja suitsufiltrid (vt. p. 59). Demonstratsiooni otstarbeks on kõige sobivam valmistada Cottrelli kamber klaasist, sest siis on kõige paremini võimalik jälgida selles toimuvaid protsesse.

Wulfi pudelile 1 (joon. 101) mähitakse mõnemillimeetrilise keerdude vahekaugusega 0,1—1 millimeetri jämedust traati. Saadud mähise 2 esimene ja viimane keerd kinnitatakse sõlme abil.

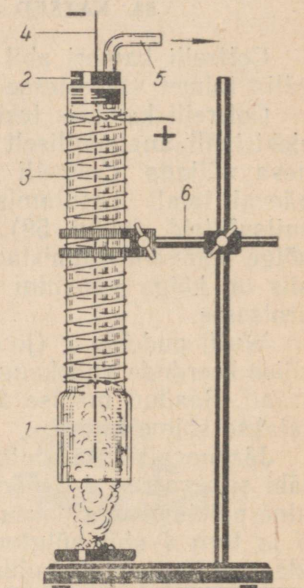
Järgnevalt valmistatakse sobiv kork 3, millest pistetakse läbi sukavarras 4. Nüüd tekitatakse mingi suitsu andva aine põletamisega paksu musta suitsu, mis juhatakse leetri 5 ja toru 6 abil külgtoru kaudu pudelisse. Läbi pudeli klaasseinte paistab, kuidas pudel täitub ringi hõljuva paksu suitsuga. Niipea kui pingestatakse pudelit ümbritsev traatmähis ja korgist läbi torgatud sukavarras sädeindukti või veel parem — mõne kõrgepinge (10—30 kV) alalisvoolu allika abil, haihtub suits silmapilkselt, sadenedes pudeli seintele. Rakendatud kõrgepinge toimel sukavarda ja pudelit ümbritseva traatmähise vahel tekkinud elektriväli põhjustas suitsu, kui õige peenikeste tahma osakeste sadestumist positiivselt laetud elektroodile — pudeli seintele.

Wulfi pudeli puudumisel valmistatakse lihtne Cottrelli kamber lambiklaasist 1 (joonis 102), mille ots suletakse korgiga 2 ning varustatakse elektroodidega 3 ja 4 ning väliavoolutoruga 5. Seade kinnitatakse statiivi klambri 6 vahele.

Suitsu tekitatakse lambiklaasi laiema osa all saapamäärde karbi kaanel tärpentini kastetud vati põletamisega. Enne vooluallikaga ühendamist läitub kamber suitsuga. Niipea kui ühendatakse vooluallikas, haihtub suits kohe. Sädeinduktori kasutamisel tuleb katseliselt määrata õiged poolused, sest valesli ühendamisel on efekt väike või puudub täiesti.



Joon. 101. Cottrelli kamber.



Joon. 102. Lambiklaasist valmistatud Cottrelli kamber.

Suitsu tekitamiseks võib kasutada ka tavalist sigaretti või paberossi. Selleks suletakse kambri alumine osa sobiva korgiga, millest ulatub läbi klaastoru. Viimane ühendatakse kummitoru abil hariliku sigaretipitsiga. Kambris tekitatakse alarõhk torust 5 veejoapumba abil õhu väljaimemisega. Sellest tingituna täitub kamber sigareti süütamisel suitsuga.

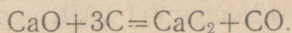
Niipea kui kamber pingestatakse, haihtub suits, sadene-

des kambri seintele. Pärast 5—10 sigareti suitsu sadestamist kattuvad kambri seinad pruunika kihiga. See on mürgine aine — nikotiin, mida tubakasuits ohtralt sisaldab.

Katseteks vajalikku suitsu võib tekitada ka ammoniaagi ja soolhappe abil. Selleks valatakse ühele alustassile ammoniaaki ja teisele hästi kanget soolhapet. Nende aurude keemilisel ühinemisel tekib suitsutaoline ammoooniumkloriid ehk salmiaak, mida imetakse demonstratsiooni otstarbel veejoa pumba abil Cottrelli kambrisse.

54. KALTSIUMKARBIIDI VALMISTAMINE

Kaltsiumkarbiidi valmistatakse elektrotermilise protsessiga kaltsiumoksüüdist ja süsinikust. Protsess toimub järgmise reaktsioonivõrrandi kohaselt:



Reaktsioon toimub vaid kõrgel temperatuuril, mille saamiseks kasutatakse kaarleekahju, nagu seda on varem kirjeldatud. Lühiajalise tugeva voolu saamiseks tuleb vooluallikatenä kasutada autoakusid. Tugeva kaarleegi tekitamiseks oleks vaja kuni 36 voldilist pinget, mis vastaks kuuele järjestikku ühendatud 6-voldilisele autoakule. Sobiva transformaatori puhul võib kasutada loomulikult ka vahelduvat voolu.

Lähteaineks karbiidi valmistamiseks kasutatakse dolomiiti või veel parem marmorit (CaCO_3), mis peenendatakse 2—3 millimeetrilise läbimõõduga teradeks ja mis lagunedes annavad kaltsiumoksüüdi CaO . Marmorit puru segatakse reaktsioonivõrrandist arvutatavas vahekorras koksi või puusõega.

Kaltsiumkarbiidi valmistamiseks süüdatakse kõigepealt kaarleekahi. Selleks ühendatakse vooluallikas elektroodidega ja lähendatakse viimaseid teineteisele kuni kaarleegi tekkimiseni. Kui kaarleek on küllalt intensiivne, kallatakse sobivas vahekorras segatud lähteained ahju. Kui kogu segu on ära sulanud, katkestatakse elektrivool.

Pärast jahtumist võetakse ahi koost lahti ning eraldatakse tekkinud kaltsiumkarbiid lisaainest. Karbiid on oma välimuse (hall mass) poolest lisaainetest hästi eraldatav.

VII OSA

MUDELSEADMED

55. SEEBIKIVIVABRIKU MUDEL

Keedusoola, naatriumkloriidi NaCl vesilahuse elektrolüüsil tekib kloor Cl_2 ja naatriumhüdrosüüd NaOH (vt. p. 16). Nende kokkupuutel tekib uus keemiline ühend NaClO , mis edaspidi muutub NaClO_3 -ks. Kui soovitakse saada naatriumhüdrosüüdi ja kloori eraldi, siis tuleb elektrolüüsil vältida nende kokkupuudet. Umbes 50 aastat tagasi loeti naatriumkloriidi lahuse elektrolüüsil tekkivat kloori kasutuks kõrvalproduktiks. Praegu leiab aga kloor väga laialdast kasutamist mitmesugustes tööstusharudes. Olenevalt tekkiva naatriumhüdrosüüdi ja kloori lahushoidmise viisist, kasutatakse praegu naatriumhüdrosüüdi ja kloori tootmiseks kolme põhilist meetodit: diafragma-, kihistus- ja elavhõbedameetodit.

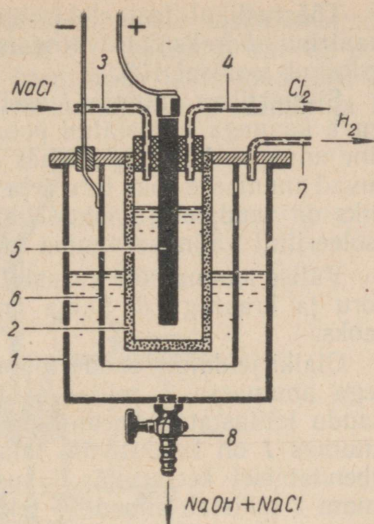
Diafragmameetodi puhul eraldatakse NaOH ja Cl teineteisest poorse vaheseina abil. Kihistusmeetodi puhul kasutatakse horisontaalseid elektroode, kusjuures tekkivate produktide eraldamine toimub erikaalude vahest tingitud kihistumisega.

Isehitamise seisukohalt on lihtsaim rakendada diafragmameetodit, seetõttu kasutati käesoleva mudeli väljatöötamisel ülalmainitud meetodit.

Nagu juba meetodi nimigi ütleb, on sellisel meetodil töötava seadme tähtsamaks osaks diafragma — seade, mis eraldab katoodruumi anoodruumist.

Vahesein, mis eraldab elektrolüüdi kahte ossa, valmistatakse mõnest poorsest materjalist. Enamasti kasutatakse vaheseina materjalina põletatud savi, tsementi või asbesti. Kõige lihtsam on elektroode teineteisest eraldada põletatud savist poorse, glasuurimata silindri abil. Sellist silindrit on

võimalik ise valmistada. Selleks võetakse puhast savi, millele lisatakse umbes 20% jahvatatud või tambitud telliskivi või šamottkivi pulbrit. Segule lisatakse vett ja tambitakse parajaks sitkeks taignaks. Järgnevalt voolitakse sellest taignast pulga ja noa abil sobivate mõõtmetega silindrikujuline anum. Silindri sisemiseks läbimõõduks on sobiv võtta 2,5 sentimeetrit, seina paksuseks 0,5 sentimeetrit ja kõrguseks 6—7,5 sentimeetrit. Selliseid diafragmasid läheb sageli vaja elektrokeemiliste katsete teostamisel.



Joon. 103. Tööstusliku seadme skeem seebikivi valmistamiseks.

Silindri vormimise hõlbustamiseks on soovitatav

kasutada mõnda ümmargust eset, näiteks vastava läbimõõduga pudelit. Pudelitele mähitakse kõigepealt kiht kirjutuspaberit, millele mähitakse teine ühekordne kiht kartongi või vihikukaane paberit. Kahe isesuguse paberisordi kasutamine hõlbustab hiljem vormi eemaldamist.

Savi paigutamiseks ümber vormi valmistatakse kõigepealt rullimise teel savist plaat, mis hiljem keeratakse ümber vormi, kusjuures liigne osa maha lõigatakse. Samast savisegust valmistatakse ka silindri põhi.

Kui silinder on valmis vormitud, eemaldatakse viimane ettevaatlikult, kuivatatakse mõne päeva jooksul kuivas ruumis ja asetatakse tiigelahju. Sobiv põletamistemperatuur on 850—900°. Kui savi on kõvaks põlenud, võetakse ese ahjust välja ja lastakse aeglaselt jahtuda.

Põletatud silindri — diafragma — poorsust proovitakse selle lahtisest otsast sissepuhumisega; seejuures peab õhk teatava takistusega tungima läbi silindri seinte.

Käesoleva seebikivivabriku mudeli valmistamisel kasutatakse diafragmana glasuurimata šamottsavist tiiglit, mis oma poorsuse tõttu töötab väga hästi.

Tööstuslikul teel elektrolüüsi abil keedusoola lahusest naatriumhüdrosüüdi valmistamise seadme põhiskeem on esitatud joonisel 103.

Silindrilises anumask 1 asetseb teine, pealt tihedasti sulguva kaanega varustatud porsese materjalist silindrikujuline anum 2. Viimase kaanes on kolm auku, milledest ulatuvad anumasse kaks toru 3 ja 4 ning söe-elektrood 5. Katoodiks on raudplekist aukudega silinder 6, mis kinnitatakse isoleeritult välimise anuma kaane külge.

Välise anuma põhi varustatakse lahuste väljajuhtimiseks toru ja kraaniga 8. Sama anuma kaanes on auk toru 7 jaoks.

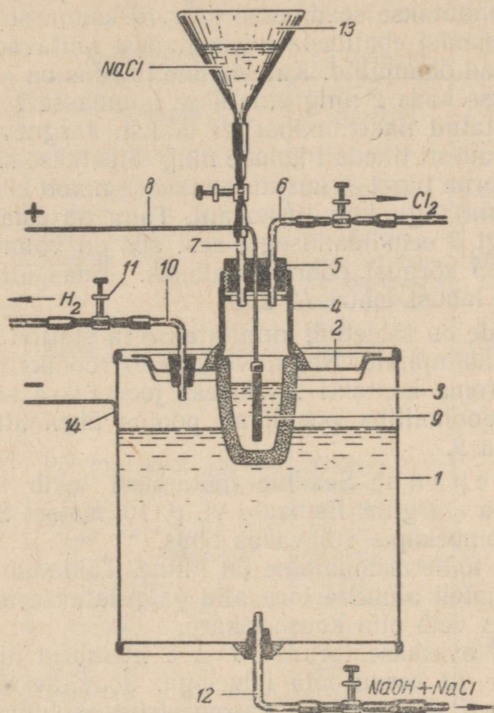
Ülalkirjeldatud seade töötab järgmiselt. Porsese seinetega anumasse 2, milles asub anood 5, juhitakse toru 3 kaudu küllastatud keedusoola vesilahust. Kuna ka välises anumask 1 on keedusoola lahus, siis tekib vooluallikaga ühendamisel keedusoola lahuse elektrolüüs. Kuna poorne anum 2 takistab anoodil 5 tekkiva kloori ja katoodil 6 tekkiva naatriumhüdrosüüdi segunemist, siis jääb katoodiruumi naatriumhüdrosüüdi vesilahus, kuna kloor juhitakse toru 4 kaudu ära. Välises anumask tekkiv vesinik eemaldatakse aga toru 7 kaudu. Naatriumkloriidi ja naatriumhüdrosüüdi lahuste segu lastakse välja toru 8 kaudu. Kõigepealt kristalliseeritakse kuumutamisel välja keedusool, kuna ülejäänud lahus, mis sisaldab naatriumleelist, aurutatakse kuivaks.

Seebikivivabriku mudeli peaosadeks on 10 cm läbimõõduga ja 9,5 cm kõrgune tühi plekist poonimisvaha purk, 6 cm kõrgune ja 4,5 cm läbimõõduga poorne tiigel ja tavalise bakeliidist lambipesa väliskest. Peale ülalmainitud esemele vajatakse veel klaastoru, kummikorke, kummitorusid koos klambritega ning klaasletrit. Osade ühendamiseks vajatakse natuke pigi, mis võetakse vanadelt galvaani elementidelt. Kogu seade on kujutatud läbilõikenähtena joonisel 104.

Poonimisvaha purgi 1 plekk-kaanest 2 ulatub läbi poorne tiigel 3, mis toetub kaande lõigatud augu servadele. Ühenduskoht on tihendatud sulatatud pigiga.

Bakeliidist lambipesa kesta 4 alumine serv käitatakse smirgelseibil või viilitakse sellisesse mõõtu, et see mahub täpselt tiigli ülaossa. Järgnevalt võetakse umbes 3,5 cm läbimõõduga kummikork 5 ning puuritakse sinna kaks jämedamat auku klaastorude 6 ja 7 jaoks ning kolmas peenem auk söe-elektroodi hoidja 8 jaoks. Viimane valmistatakse

raudtraadist ja keeratakse otsapidi ümber taskulambipatarei söest valmistatud elektroodi 9. Plekkpurgi kaande puuritud leise auku asetatakse kork, mida läbib klaastoru 10, mis on varustatud sulgemiseks kummitoru ja klambriga 11.



Joon. 104. Isevalmistatud seebikivivabriku skeem.

Samasuguste kummitorudega on varustatud ka klaastorud 6, 7 ja purgi põhjas olevat korki läbiv toru 12. Klaastoru 7 kummijätkuga ühendatakse lehter 13.

Samuti ühendatakse tiigliga pigi abil tihedalt ka lambipesa kest 4 ja kork 5. Seade monteeritakse kokku joonis 104 kohaselt, kusjuures jälgitakse, et tiigli ja kaane ning tiigli ja lambipesa kesta liitekohad oleksid korralikult pigiga kaetud. Kloorgaasi läbitungimise vältimiseks poorsest tiiglist välisõhku tehakse kaane sisse sellise läbimõõduga auk, et

tiigel vaid mõne millimeetri võrra ulatuks kaanest välja, kusjuures kogu väljapoole ulatuv osa valatakse üle pigiga. Kui seade on kokku monteeritud, proovitakse viimase tinedust. Selleks suletakse kõigi torude otsad peale toru 10 vastavate klambritega, asetatakse kogu seade pesukaussi vee alla ning puhutakse seadmesse toru 10 kaudu suuga õhku. Ohu läbilaskmist ebatihedatest kohtadest näitavad vee pinnale kerkivad õhumullid. Kui seadme tihedus on küllaldane, eemaldatakse kaas 2 ning valatakse anumasse $1\frac{3}{4}$ kõrguseni küllastatud naatriumkloriidi lahust. Järgnevalt aseatakse kaas uuesti tihedalt kohale ning täidetakse sama lahusega ka poorne tiigel 3, kusjuures lahuse nivoo kõrgus peab ulatuma kuni tiigli kinnituskohani. Täita on esialgu kõige parem korgi 5 eemaldamisega, sest siis on võimalik kontrollida nivoo kõrgust poorses anumas. Edaspidi lisatakse keedusoola lahust leetri 13 abil.

Kui seade on täidetud, kinnitatakse ta statiivi külge või asetatakse kolmjalale. Negatiivseks elektroodiks on piekist purk 1; parema kontakti saamiseks joodetakse selle külge traat 14. Vooluallika positiivne poolus ühendatakse söelektroodiga 9.

Tähelepanu! Seadme töötamisel tekib kloorgaas, mis on väga mürgine. Esmaabi vt. p. 10. Katset tuleb teostada kas tõmbekapis või vabas õhus.

Seadme töölerakendamine on lihtne. Täidetud ja kohale asetatud mudeli alumise toru alla paigutatakse aurutamishõõnõu, milleks võib olla konservikarp.

Seejärel avatakse torude 10 ja 6 klambriid ning täidetakse lehter 13 keedusoola lahusega. Soovitav on juhtida torud 10 ja 6 vastavatesse gasomeetritesse, kuna tekkivat vesinikku kui ka kloori saab kasutada mitmesuguste huvitavate katsete sooritamiseks.

Nüüd ühendatakse vooluallikas, mille pinge võib olla 4—12 volti. Suurema pinge puhul toimub protsess intensiivsemalt. Kohe pärast vooluallika ühendamist algab gaaside — vesiniku ja kloori eraldumine. Kloor juhitakse ära toru 6 ja vesinik toru 10 kaudu. Pärast mõnekümneminutilist töötamist avatakse toru 12 klamber sel määral, et algaks tilkumine. Samavõrra avatakse ka toru 7 klamber, kusjuures jälgitakse hoolega tasapinda lehteris 13. Tuleb jälgida, et lahuse tagavara lehteris ei lõpeks, sest muidu tungib mürgine kloor leetri kaudu välja.

Katseliselt määratakse kindlaks õige keedusoola lahuse

juurdelisamise kui ka seebikivi ja keedusoola lahuste segu väljalaskmise kiirus.

Järgnevalt tuuakse seebikivivabriku mudeli detailide ja ehitamiseks vajalike materjalide loetelu vastavalt joonisele 104.

Seebikivivabriku mudeli detailid

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Mõõtmed
1.	1	Kaanega poonimisvaha purk	Raudplekk	Läbimõõt 10 cm, kõrgus 9,5 cm.
2.	1	Purgi kaas	Raudplekk	
3.	1	Poorne tiigel	Glasuurimata portselan või šamott-savi	Kõrgus 6 cm.
4.	1	Lambipesa väliskest	Bakeliit	Läbimõõt 3,5—3,8 cm, kõrgus 4,5 cm.
5.	1	Kork	Kummi	Läbimõõt 3,5 cm.
6.	1	Põlvtoru koos lõdviku ja sulgemisklambriga	Klaas, kummi, metall	
7.	1	Sirge toru koos lõdviku ja sulgemisklambriga.	Klaas, kummi, metall	
8.	1	Positiivse elektroodi hoidja	Raudtraat	Läbimõõt 1—1,5 mm, pikkus 7 cm
9.	1	Sõeelektrood	Süsi	
10. ja 11.	1	Põlvtoru koos korgi, lõdviku ja sulgemisklambriga	Klaas, kummi, metall	
12.	1	Põlvtoru koos korgi, lõdviku ja sulgemisklambriga	Klaas, kummi, metall	
13.	1	Lehter	Klaas	Läbimõõt 9 cm

Kuigi peaaegu kõigi detailide kohta antakse mõõtmed, on need siiski orienteeruvad, kuna isehitajal on sageli kasutada teistsuguste mõõtmetega materjalid.

Suur tähtsus käesoleva mudeli juures on diafragmal. Mudeli juures kasutatud glasuurimata tiigleid on sageli raske leida. Tiigli puudumisel tuleb poorne silinder ise valmistada varem esitatud juhiste kohaselt. Kui soovitakse ehitada suuremat mudelseadet, siis võiks diafragmana kõne

alla tulla põllukuivenduse dreanažitoru, mille otsad tuleks sobivate korkidega sulgeda.

Isevalmistatud diafragmaid täidavad hästi oma ülesannet, on küllalt poorsed ning tugevad. Vähesese poorsusega diafragma puhul on tööprotsess liiga aeglane.

Huvitava «kombinaadi mudeli» võib koostada käesolevas raamatus kirjeldatud kolmest mudelseadmest: seebikivivabrikust, gaasikeevitusseadmest ja valgepleki jäätmete tinast vabastamise seadmest.

Gaasikeevitusseadmest (p. 60) võib hea eduga kasutada karbiidist valmistatava atsetüleengaasi asemel vesinikku, mille tagavarasid gasomeetritesse kogutakse seebikivi valmistamisel.

Samas tekkivat kloori kasutatakse valgepleki jäätmelalt tina eemaldamiseks (vt. p. 58). Kõigest eelloodust nähtub, kui võrd tähtis tooraine keemiatööstustele on naatriumkloriid ehk keedusool, mille looduslikud tagavarad on väga suured.

56. TEHNIKARINGI GALVANISEERIMISTÖÖKOJA SISUSTAMINE

Tehnikaringi galvaniseerimistöökoda ei vaja suurt ruumi, sest see ei ole määratud tootmiseks, vaid õppimiseks ja mõnede ringide töös vajalike väiksemate tööde sooritamiseks. Vaatamata väiksusele, peavad töökojas olema kõik samad seadmed, mis on igas keskmise sisustusega galvaniseerimistöökojaski. Lähtudes neist põhimõttest, vajab tehnikaringi galvaniseerimistöökoda küllalt väikest põrandapinda. Seega piisaks, kui töökoja jaoks eraldada mõnest ruumist nurk või koht laua jaoks seadmete paigutamiseks. Kui samas ruumis tehakse tolmu tekitavaid töid (puidutöötlemine, lihvimine), tuleks mainitud osa ruumist eraldada seintega. Ruumi asetatakse seadmete paigutamiseks laud, kapike, riivleid ja iste. Kõige enam vajatakse galvaniseerimistöökojas puhast vett. Seepärast oleks hea, kui töökojas oleks vee juurde- ja äravoolu torud. Lõpuks, et töökoda vastaks kõigile nõudeile, peab mõtlema ka ventilatsioonile ja poleerimisabinõudele.

Alljärgnevalt on toodud seadmete loetelu, mida vajab keskmise sisustusega galvaniseerimistöökoda. Ühtlasi on tabelis antud ka vajalike seadmete loetelu, millede abil saab veel edukalt galvaniseerida.

Galvaniseerimistöokoja sisustus

Galvaniseerimistöokoja seadmed	Elementaarsed galvaniseerimisabinõud
<p>Sisustus: Linoleumiga kaetud töölaud. Riiulid. Kapp. Iste. Vee juurde- ja äravoolutorustik.</p> <p>Elektriseadmed: Alalisvoolu allikas (10 V, 10 A). Lülituskilp, millele paigutatakse: ampermeeter mõõtepiirkondadega 0—1 A ja 0—20 A; voltmeeter mõõtepiirkondadega 0—1 V ja 0—20 V. Väntreostaat ca 30 oomi, 10 A. Chendusklemmid. Lülitid 5 tk.</p> <p>Vannid: Nikeldamisvann. Vasetamisvann. Peitsimisvann. Vann elektrolüütilisel teel esemete rasvast vabastamiseks Loputusvann</p> <p>Kuivatamiseks: Kast saepuruga.</p> <p>Kaitsevahendid: Kummikindad.</p> <p>Poleerimisseadmed: Pöörlevad villseibid ja smirgelpulbriga kaetud kettad.</p> <p>Ventilatsiooniseadmed: Ventilatsiooniseade koos ventilaatori ja mootoriga.</p>	<p>Töölaud.</p> <p>Kapp.</p> <p>Autoakumulaator.</p> <p>Volt-ampermeeter. Reostaat.</p> <p>Klaaspurk (2—3 l) Klaaspurk (2—3 l) Klaaspurk (2—3 l) Purk rasvast vabastamiseks Purk (2—3 l)</p> <p>Kast saepuruga. Kummikindad.</p>

Galvaniseerimistöokoja ruumi valikul tuleb lähtuda sellest, et võimalduks lihtsalt lahendada ventilatsiooni ja vesivarustuse küsimus.

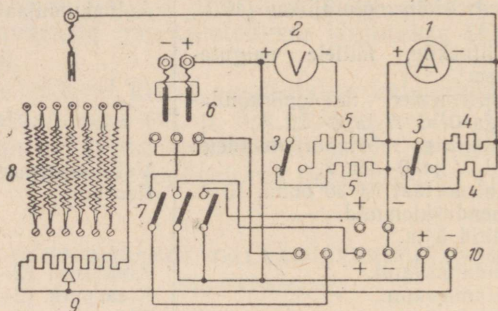
Töölauana on kohane kapp-laud. Seda võib valmistada ka koolilauast, kui laua alumine ruum katta vineeriga ja varustada ustega. Suletav kapp on vajalik mõningate kemikaalide hoidmiseks, mis ilma õpetaja kontrollita ei tohi õpilaste kätte sattuda. Töölauale mahutatakse kõik vannid.

Riiulid on vajalikud kemikaalide, anumate, tööabinõude, töödeldavate esemete jne. paigutamiseks.

Vooluallikas paigutatakse seinale eraldi kinnitatud alusele-riiulile.

Lülituskilp on samuti kinnitatud seinale vooluallika vahetusse lähedusse. Lihtsustatud seadme puhul, kus lülituskilpi ei kasutata, asetatakse mõõteriist ja reostaat nii, et neile elektrolüüti ega muid vedelikke peale ei pritsiks.

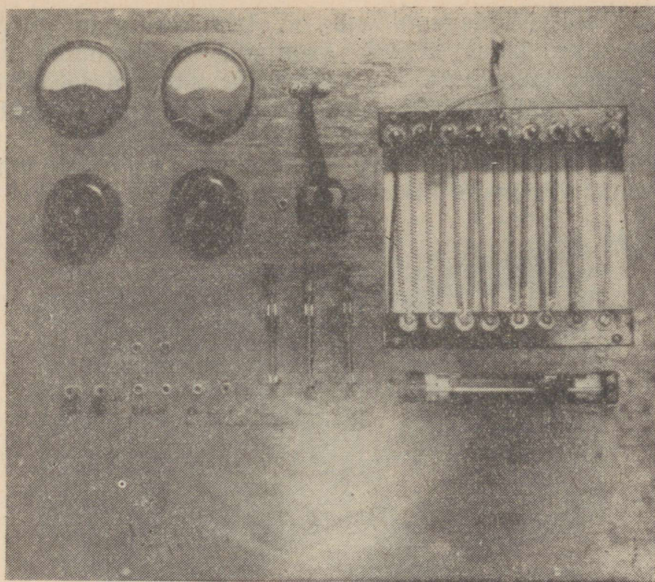
Järgnevalt on toodud lülituskilbi detailide ja ehitamiseks vajalike materjalide loetelu, vastavalt skeemile (joon. 105).



Joon. 105. Lülituskilbi skeem.

Lülituskilbi detailid

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Märkused
1	1	Ampermeeter		0—1 A, 0—15 A.
2	1	Voltmeeter		0—1 V, 0—20 V.
3	2	Ümberlülitid		Kahe positsiooniga.
4	2	Sundid	Manganiin, konstantaan	Vastavalt ampermeetrile.
5	2	Eeltakistid	Manganiin, konstantaan	Vastavalt voltmeetrile.
6	1	Ümberlülitid		
7	3	Vinnaklülitid		
8	1	Raamreostaat	Kroomnikkel	20 oomi, 10 A.
9	1	Reostaat	Kroomnikkel	10 oomi, 10 A.
10	8	Pistikupesad		
11	1	Kilbi esiplaat	Vineer	320×500, paksus 6—8 mm.
12	1	Raam	Puit	Liist ristlõikega 15×35 mm.
13	3	Riputamisaasad	Terasplekk	



Joon. 106. Lülituskilbi eestvaade.

Mõõteriistadena kasutatakse tundlikke magnet-elektrilist süsteemi riistu. Mõõtepiirkonna laiendamiseks ühendatakse mõõteriistadega vastavalt nende sisetakistusele ja otstarbele šundid või eeltakistid. Mõõteriistade mõõtepiirkonna laiendamise küsimust on käsitletud lähemalt «Amatöörelektrikus»¹, kus on kirjeldatud ka šuntide, eeltakistite ja reostaatide valmistamist ja arvutamist.

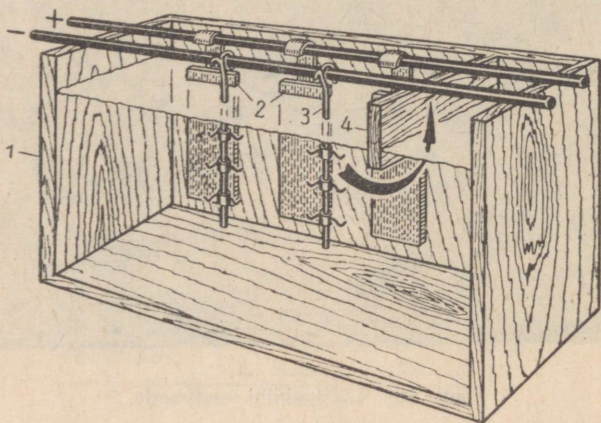
Raami, esiplaadi ning riputamisaasade kinnitamiseks kasutatakse puidukruvisid.

Enne detailide lülituskilbile kinnitamist tehakse kilbi juures kõik vajalikud viimistlustööd — poleeritakse ja värvitakse. Värvimiseks on kohane kasutada pruuni või musta nitrolakki. Selleks sobib ka samasugune õlilakk. Kilbile tehakse ühenduspukside ja lülitite juurde erineva värviga märgid, mis võimaldavad kindlaks teha vannide ja vooluallikate õiget ühendamist kilbiga.

¹ D. Vardja ja U. Agur, Amatöörelektrik, lk. 126—133. Tallinn 1955.

Galvaniseerimisvannidena on tehnikaringide galvaniseerimistöökodades kohane kasutada kõvakummist autoaku purke, suurusega $160 \times 150 \times 270$ mm või väiksemaid $160 \times 160 \times 190$ mm. Kui need peaksid osutama väikesteks, tuleb neid ise kas puidust või plekist valmistada.

Peitsimis- ja dekapeerimisvannid võivad olla samadest materjalidest.

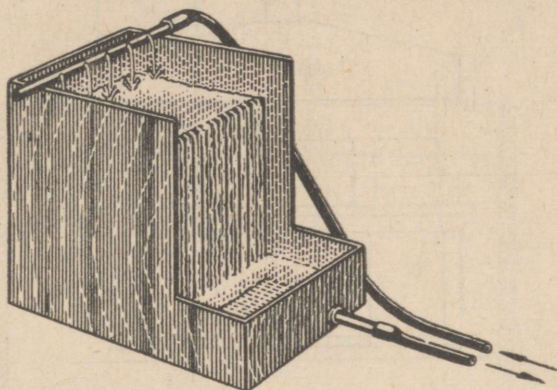


Joon. 107. Elektrolüütilisel teel rasvast vabastamise vann: 1 — vann; 2 — anoodid; 3 — varras puhastatavate esemete riputamiseks; 4 — vahesein. Nool näitab esemete vannist eemaldamise suunda.

Sageli on tarvis vanni katta ainega, mis muudaks selle happe- ja leeliskindlaks. Samuti on galvaniseerimisvannide juures nõudeks, et nende sisepind oleks kaetud isoleeriva ainega. Lihtsaim viis, kuid kaugeltki mitte parim, on vanni katmine seest mõne lakiga, nagu asfalllakk või nitrolakk. Asfalllaki puuduseks on muuhulgas, et ta teatud määral reageerib elektrolüüdiga, nitrolakk hakkab aga mõne aja pärast kooruma. Kohasem viis vanni sisepinna kaitsmiseks on selle katmine plastmassiga — polüvinüülkloriidiga. Sellest valmistatakse vannile vastavalt selle sisepinna kujule vooder. Kleepimiseks torgatakse hästi kuumutatud, kuid mitte hõõguv noatera kleebitavate pindade vahele. Seejuures pinnad sulavad ja nad surutakse kohe vastastikku kokku. Kleepimiskoht jääb tihedaks ja tugevaks.

Elektrolüütiline rasvast vabastamine toimub

kiiremini ja paremini, mistõttu seda tuleb eelistada, kuigi ka teised viisid on kohased. Elektrolüütilisel teel rasvast vabastamiseks tuleks valmistada pehmest terasplekist osalise vaheseinaga vann (joon. 107). Vahesein on vajalik selleks, et osa elektrolüüti oleks vooluringist eraldatud. Nimelt tekib elektrolüüsil vanni osas, kuhu on paigutatud esemed, palju vahtu. Elektrolüüdi pinnale kerkib seejuures puhastatavalt esemeilt eralduv mustus. Kui võtta esemed vannist välja läbi selle mustunud pinna, määrduvad need. Määrdu-



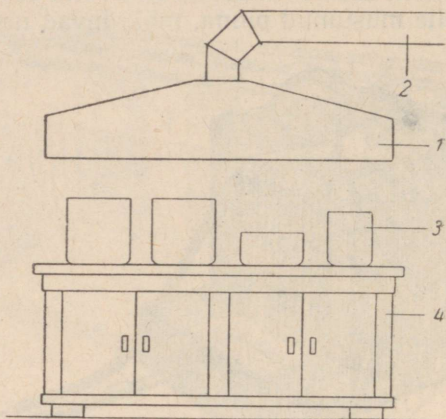
Joon. 108. Lõputusvann.

mise vältimiseks eemaldatakse esemed vaheseina alt läbi puhta elektrolüüdi.

Lõputusvann tuleb ühendada veekraaniga ja asetada nii, et lõputusvee pealispinnalt uhteeve kiht kiiresti ära valguks. Sellise vanni peaks tehnikaring omal jõul valmistama. Vanni üks ots peab olema madalam ning selle otsaga ühendatakse alus, kuhu üle ääre valguv vesi koguneb ja kraanikaussi voolab. Vanni kõrgemale äärele paigutatakse kogu ääre pikkuses metalltoru, mille üks ots on suletud, teine aga on kummivooliku abil ühendatud veekraaniga. Toru vannipoolsesse külge on puuritud rida ca 5 mm läbimõõduga auke. Veekraanist voolav vesi väljub nende aukude kaudu ja uhab hooga lõputusvee pinnale tekkinud musta veekihi minema (joon. 108).

Ventilatsiooniseade on nõutav kõigi vannide kohal. Eriti on see vajalik aga rasvast vabastamise vanni

ja leeliste vannide kohal. Antud juhul oleks kohane valmistada ventilatsiooniseade nii suur, mis haaraks kogu töölaua, kusjuures ta peaks olema võimalikult madalal laua kohal. Tõmme tekitatakse ventilatsioonitorus ventilaatoriga. Ventilatsiooniseade valmistatakse plekist (joon. 109). See töö ei ole üle jõu käiv vanematele tehnikaringi liikmetele.



Joon. 109. Töölaud koos vannide ja ventilatsiooniseadmega: 1 — ventilatsiooni kumm; 2 — ventilatsiooni toru; 3 — vannid; 4 — kapp-laud.

Galvaniseerimistöokojas ei hoita tavaliselt kemikaale. Tehnikaringi tingimustes võiks seal aga siiski mõningaid aineid hoida, nagu sulfaate, karbonaate jne., ent need peavad olema hästi suletud anumais. Töökojas aga ei tohi hoida mingil tingimusel soolhapet, lämmastikhapet ega väävelhapet. Samuti ei tohi hoida töökojas kangeid leelisi.

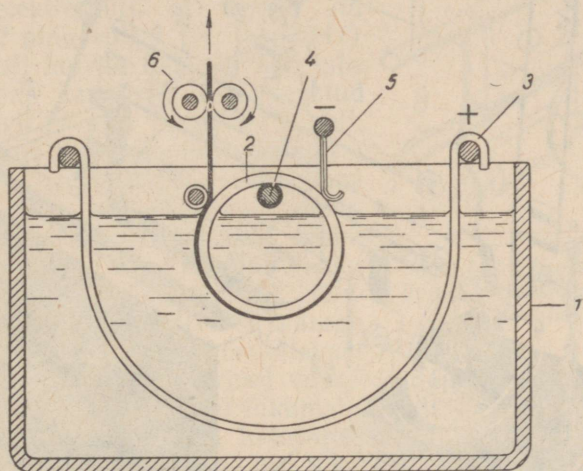
57. SEADE GALVAANILISEL TEEL METALLILINDI SAAMISEKS

Galvaanilise vaskpleki tahvlite valmistamise põhimõte selgub punktist 40, *i*. Kuid galvaanilist vaskplekki on võimalik toota ka pikkades lintides, kusjuures lindi laius oleb seadme dimensioonidest. Odavuse tõttu kasutatakse seda tootmisviisi laialdaselt juba ammu. Seade töötab auto-

maatselt ja inimene võtab tootmisprotsessist osa vaid kontrollijana.

Järgnevalt kirjeldatakse selle seadme ehituse põhimõtet. Seade koosneb põhiliselt kahest osast (joon. 110).

Elektrolüüdivannist 1, kuhu asetatakse katoodina roostevabast terasest silinder 2 ja silindrit ühtlases kauguses ümbritsevast vasest anoodist 3.

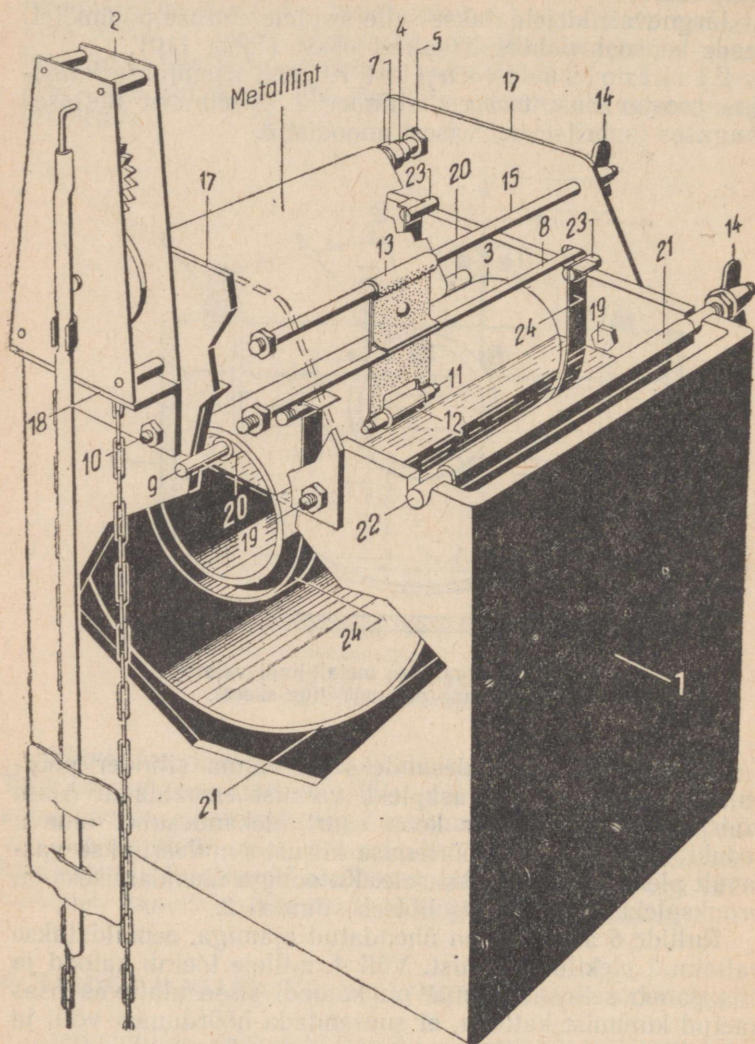


Joon. 110. Galvaanilise metallilindi valmistamise seadme põhimõtteline skeem.

Ajamist, mille ülesandeks on panna silinder pöörlema ja galvaaniline vaskplekk vannist eemaldada. Ajam võib olla väike mootor koos suurt ülekandesuhet omava reduktoriga. Mootori pöörlemise kiirust reguleeritakse vastavalt pleki soovitud paksusele. Katoodiga ühendamiseks on pronksplekist hari 5, mis libiseb silindril 2.

Rullide 6 abil, mis on ühendatud ajamiga, eemaldatakse valminud plekilint vannist. Võll 4, millele toetub katood ja mis paneb selle pöörlema, on katoodi sisse ulatuvas osas kaetud kummist kattega, et suurendada hõõrdumist võlli ja katoodi sisepinna vahel.

Lihtsustatud seadme valmistamisel kasutatakse põhiliselt samu osi. Kuna mootorit ja reduktorit on nende suhteliselt kõrge hinna tõttu raske hankida, siis kasutatakse siin liikumise tekitamiseks kellamehhanismi. Antud

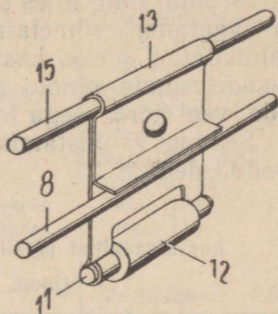


Joon. 111. Mudelseade lõputu metallilindi saamiseks.

juhul kasutatakse pendelkella mehhanismi 2 (joon. 111), mille osutivõlli otsa on kinnitatud pleki kerimiseks võll 4.

Seade töötab järgmiselt:

Roostevabast terasest silinder 3, mis asub pööramiseks nupuga varustatud võllil 9, ulatub nii sügavale elektrolüüti, et varras 10, hari 12 ning võll 9 (vt. joon. 111) parajasti kuivale jäävad. Kui juhe ühendada varda 15 otsa keeratud tiibkrugi 14 alla ja varda 8 abil, mis liigub laagriplaatide ovaalsetes avades, reguleerida harjale kohane surve, on katood ühendatud vooluringi. Seejärel ühendatakse vooluringi ka anood 21, mis ribub voolulattidel 22 ning kohe hakkab elektrolüüti ulatuv silindri osa vasega kattuma. Olenevalt kasutatavast



Joon. 112. Lõputu metallilindi valmistamise seadme detailid.

voolutihedusest ja soovitud vaskpleki paksusest, lastakse mõne aja vältel katoodil liikumatult kattuda. Nüüd tehakse noa- või žiletitera abil katoodile tekkinud vaskpleki serv lahti ja keritakse viimane kerimisvõllile 4, kuhu see vastava kinniti abil suletakse (joon. 113). Järgnevalt hoitakse seade veel kuni tund aega liikumatuna, et silinder 3 uuesti võiks kattuda ja alles siis pannakse kellamehhanism kerge tõukega pendlile käima. Võll 4 hakkab aeglaselt pöörlema ja kerib endale silindril kujuneva vaskpleki.

Hoolega peab jälgima voolu ja pinget. Liiga kõrge pinge puhul tekib silindril punakaspruun sade.

On seade tööle rakendatud, ei vaja see enam järelvalvet. Taolisel lihtsustatud seadmel on aga mitu puudust.

1. Kuna metallilint keritakse veovõllile, suureneb pidevalt võlli läbimõõt ja seega võllile keritava plekilindi kerimise kiirus. Kerimiskiiruse suurenemise tulemuseks on aga plekilindi paksuse pidev vähenemine. Lõpuks väheneb plekilindi paksus ja seega ka tema tõmbetugevus seevõrra, et lint katkeb. Tööstuslikel seadmel toimub silindri pöörlemise tekitamine võlli 9 kaudu (joon. 111). Plekilint veetakse aga vannist välja rullide 6 abil (joon. 110) ja keritakse spetsiaalselt selleks otstarbeks seadmele lisatud võllile.

2. Vannist väljuv plekilint on elektrolüüdist märg. Öhu käes toimub selle kiire oksüdeerimine ja pleki pind muutub ebahühtlaselt pruunikaks. Tööstuslikes seadmes läbib plekilint loputusvanni, peitsimisvanni, teise loputusvanni ja kuivatusruumi ning alles siis keritakse kangana kerimisvõllile. Ent vaatamata nimetatud puudustele on lihtsa seadme abil valmistatud plekk kasutatav. Kui soovitakse aga saada oksüdeerimata pinda, tuleks plekki veega loputada, peitsida, veel kord veega loputada ning kuivatada.

Seadme valmistamiseks kasutatakse alljärgnevas tabelis toodud detaile.

Galvaanilist plekilinti valmistava seadme detailid

(joon. 111, 112, 113 ja 114)

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
1	1	Vann	Eboniit (akupurk)	185×220×300
2	1	Kellamehhanism	Pendliga seinakell	
3	1	Silinder	Roostevaba teras	Ø 55 mm, pikkus 130 mm
4	1	Kerimisvõll	Vask- või teras-toru	Ø 8 mm, pikkus 130 mm
5	1	Kerimisvõlli telg kahe mutriga	Vask või teras	Ø 4 mm, pikkus 40 mm
6	1	Kinnitusvedru	Vedruteras	Ø ca 1,5 mm, pikkus 130 mm.
7	2	Kinnitusvõrud	Vask või teras	Siseläbimõõt vastab kerimisvõlli läbimõõdule, laius 5 mm
8	1	Reguleerimisvarras kahe mutriga	Teras	
9	1	Katoodi tugi-võll	Teras	Ø 6 mm, pikkus 230 mm
10	1	Varras kahe mutriga	Teras	Ø 5 mm, pikkus 220 mm, otsad keermestada 25 mm ulatuses
11	1	Harja võll	Terastraat	Ø 5 mm, pikkus 70 mm

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Suurus, joonis
12	1	Hari	Vasktoru	Siseläbimõõt ca 5,5 mm, pikkus 50 mm
13	1	Harjahoidja	Plekk fosfor-pronksist	Mõõtmed määratakse katseliselt
14	2	Tiibmutter		
15	1	Varras	Teras	Nagu pos. 10
16	1	Kinnituskruvi		M3×10 mm
17	2	Laagriplaadid	Vask või teras	Joon. 114.
18	1	Nurgik	Vask või teras	Joon. 114.
19	2	Kinnituspoldid koos mutritega		M5×30 mm
20	2	Klaastorud		Siseläbimõõt 6,5—7 mm
21	1	Anood	Vask	Pindala 1,5 korda suurem elektrolüüti ulatuva silindriosa pindalast
22	2	Anoodlatid	Vask	Ø ca 4 mm, pikkus 220 mm
23	2	Varjete tihvtid	Vask	Ø 4 mm, pikkus 200 mm.
24	2	Varjed	Vaskplekk	Laius ca 10 mm

Detailidest (joon. 111 ja 112)

Kuigi enamiku detailide kohta on mõõtmed antud, osutuvad need siiski ainult orienteeruvaiks, kuna ehitaja sageli kasutab teistsuguste mõõtmetega silindrit, kellamehhanismi või ka vanni.

Vanniks 1 on sobiv akumulaatoripurk, kuid seda võib valmistada ka puidust või plekist. Viimasel juhul on vajalik vanni katmine seestpoolt. Kohasemaks katematerjaliks oleks polüvinüülkloriid (viniplast). Kast tuleks valmistada sellise suurusega, et anoodide kaugus katoodist oleks vähemalt 50 mm.

Pendelkella mehhanism 2 on liikumise tekitamiseks eriti kohane seepärast, et pendli raskuse nihutamiselega üles alla on võimalik mehhanismi liikumiskiirust reguleerida.

Toodud primitiivse seadme puhul on aga mehhanismi liikumiskiiruse reguleerimine väga kasulik. Tavaline, raskuse (pommi) abil liikuma pandud pendelkell on katseseadmes küllaldane. Täielikuma seadme saab, kui mehhanismile lisada elektriline seade. Säärasel juhul osutub pomm üleliigseks ja seade töötab pidevalt, samuti on mehhanismi veojõud suurem.

Silindri 3 võiks valmistada ka alumiiniumist, kuid katsed on näidanud, et häid ja täiesti kindlaid tulemusi saab esmajoonel silindriga, mis on valmistatud roostevabast terasest. Alumiiniumsilindri puuduseks on tema pehmus, mistõttu silindri pind kergesti kriimustub. Ebatasane pind põhjustab läiketa pleki tekkimist, mida on raske silindrilt eemaldada. Selleks et saada kõrgläikega vaskpleki linti, peab silinder olema ka ise sileda pinnaga. Ka roostevaba terase puhul on küllalt raske mehaanilisel teel saada sellist pinda. Vajaliku pinnasileduse saamiseks tuleb silinder pärast mehaanilist töötlemist elektrilisel teel poleerida.

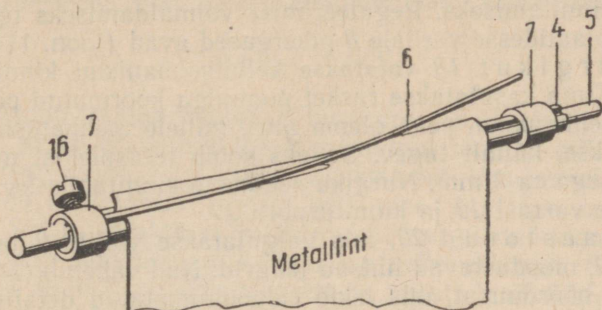
Eeskujulikult valmistatud silinder kaetakse seestpoolt vaha, parafiini, steariini või vahavormimassi kihiga. Järgnevalt kaetakse silindri otsad ka väljastpoolt teatud ulatuses isoleeriva kihiga. Nii ettevalmistatud silindrilt vabaneb plekilint kergesti.

Kerimisvõlli 4 valmistamiseks sobib ükskõik misugune küllalt tugev materjal. Antud juhul kasutatakse selleks paksuseinaga metalltoru. Toru otsi laiendatakse vajaduse korral nii, et ühte toru otsa mahub kellamehhanismi osutivõll, teise aga kerimisvõlli telg 5. Kerimisvõlli pöörlemise takistamiseks osutivõllil kinnitatakse see kruviga 16 (joon. 113).

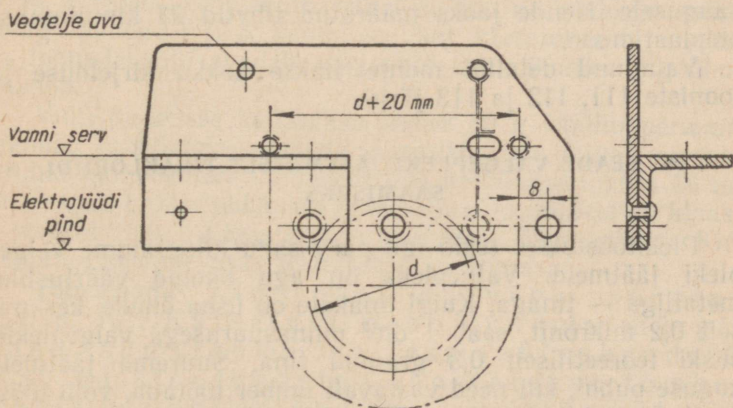
Metallilindi otsa kinnitamiseks kerimisvõllile saetakse piki võlli 1,5—2 mm laiune pragu. Sellesse vajutatakse kinnitusvedruga 6 metallilindi ots. Võlli otsa lükatakse kinnitussvõrud 7 (joon. 113).

Harjakomplekti moodustavad reguleerimisvarras 8, varras 15, harjavõll 11, vasktorust hari 12 ja harjahoidja 13. Nende detailide omavaheline ühendamine selgub jooniselt 112. Harjahoidja 13 võib parema materjali puudumisel valmistada ka 0,5 mm paksusest terasplekist. Vardaga 15 on harjahoidja ühendatud liikuvalt. Seevastu tuleks aga harja võll 11 pärast seda, kui hari on kohale asetatud, harjahoidjasse kinni joota. Nii valmistatud harjakomplekt kinnitatakse seadmesse varda 15 ja selle juurde kuuluvate

mutrite abil. Varrast 8 saab laagriplaatidesse lõigatud piludes edasi-tagasi nihutada ja seega reguleerida harja survet silindriile.



Joon. 113. Lõputu metallilindi valmistamise seadme detailid.



Joon. 114. Laagriplaadi joonis.

Laagriplaadid 17 valmistatakse ca 3 mm paksusest plekist. Nende valmistamisel lähtutakse silindri läbimõõdust, silindri seina paksusest, kellamehhanismi kujust ja suurusest jne. Põhinõudeks on, et võll, hari ega ka varras 10 ei ulatuks elektrolüüti; kella osutivõll olgu silindrist vähemalt 30 mm kaugusel. Laagripuki kuju leidmiseks tehakse joonis (joon. 114). Jooniselt selgub, et antud juhul

võlli, varda 10 ja kinnituspoldi 19 avad asuvad laagriplaadis ühel sirgjoonel. Samuti selgub jooniselt, et varrast 10 võib edukalt kasutada ka laagriplaadi ja nurgiku 18 seadmele kinnitamiseks. Reguleerimise võimaldamiseks tehakse laagriplaatidesse vardale 8 pikergused avad (joon. 114).

Nurgikut 18 vajatakse kellamehhanismi kinnitamiseks. Kuna kasutatakse rasket pommiga koormatud pendelkellamehhanismi, peab olema alus, millele mehhanism paigutatakse, küllalt tugev. Selleks sobib terasplekist nurgik, paksusega ca 3 mm. Nurgiku seadmele kinnitamiseks kasutatakse varrast 10 ja kinnituspolti 19.

Klaastorud 20, mis paigutatakse võllile 9 ja vardale 10, moodustavad lihtsad laagrid. Nad vähendavad tunduvalt hõõrdumist, mis tekib eelpoolnimetatud detailide ja silindri vahel.

Varjed 24 on vajalikud silindril kujuneva metallilindi äärte varjamiseks. Ilma nendeta kujunevad lindi äärtele metallimügarikud. Varjed paigutatakse silindrist ca 10 mm kaugusele. Nende jaoks määratud tihvtid 23 kinnitatakse otsplaatidesse.

Valminud detailid monteeritakse kokku kirjelduse ja jooniste 111, 112 ja 113 järgi.

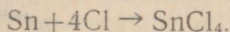
58. SEADE VALGEPLEKI JÄÄTME TELT TINAKLORIIDI SAAMISEKS

Plekitööstustes tekib iga päev sadu kilogramme valgepleki jäätmeid. Valgeplekk on aga kaetud väärtusliku metalliga — tinaga. Kuigi tinakate on üsna õhuke, keskmiselt 0,2 mikronit, saab 1 dm² pinnasuurusega valgeplekilt siiski teoreetiliselt 0,3 grammi tina. Suurema jäätmete koguse puhul, kui need vastavalt ümber töötada, võib tööstusele tagasi anda tähelepanuväärival hulgal hinnalist tina.

Nii näiteks kasutab plekitööstus «Norma» kuus keskmiselt 40 tonni III sordi valgeplekki. Sellest jääb umbes 5 tonni tööstuslikult kasutamata jäätmeid. Arvestuse kohaselt on ühel tonnil 0,3 mm paksusel plekil tina ca 10 kg. Seega saadakse viielt tonnilt plekilt 50 kg tina. Paremate plekisortide tinakatte paksus on ligi kaks korda suurem. Järelikult on ka jäätmete ümbertöötamisel saadav tina kogus vastavalt suurem.

Et taastada valgepleki jäätmetelt tina, töödeldakse jäätmeid teraskonteineris kuiva klooriga. Enne plekijäätmete

konteinerisse asetamist keedetakse neid soodaveega. Sel teel vabastatakse plekk õlidest. Puhastatud plekk kuivatatakse, pakitakse ja asetatakse pakitult konteinerisse. Seejärel juhitakse kuiv kloor konteinerisse. Kloor reageerib tinaga



Reaktsioon toimub madala rõhu juures (0,75 atm.). Reaktsiooni puhul eraldub märgataval hulgal soojust, mille tõttu konteiner vajab jahutamist. Reaktsiooni lõppemisel, mida tähistab konteineris ülerõhu tekkimine, avatakse kraan ja vedel SnCl_4 lastakse välja. Konteinerisse jäänud kloori jääk puhutakse konteinerist välja enne selle avamist. Seejärel toimub konteineri tühjendamine ja uuesti laadimine. Tööstuslikud konteinerid mahutavad 5—10 tonni plekijäätmeyd.

Laboratoorsel teel valgepleki jäätmetelt tina eemaldamiseks korraldatakse järgmine katse.

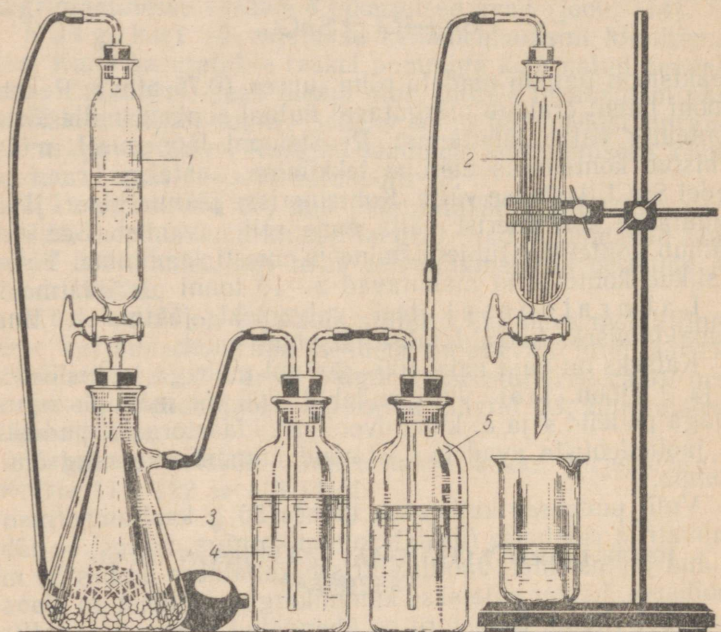
Katseks on vaja kaks 100—200 ml mahuga jaotuslehtrit 1 ja 2 (joon. 115), vulfi pudel 3, 200 ml mahuga suure avaga pudelid 4 ja 5, kummivoolikut, klaastorusid, pudelite ja jaotuslehtrite avadele vastavaid kummikorke ning õhupumpa.

Vulfi pudelisse kallatakse umbes 50 g kaaliumpermanaati ja suletakse tihedalt kummikorgiga, millest on läbi viidud jaotuslehter. Jaotuslehtrisse kallatakse umbes 50 ml soolhapet. Lehter suletakse kummikorgiga, millest on klaastoru läbi viidud. Klaastoru on ühendatud õhupumbaga. Kirjeldatud seadme osas tekitatakse kloorgaasi.

Tähelepanu! Kloorgaas on väga mürgine (vt. p. 10). Katsetaja peab tundma mürgituse sümptoome ja esmaabivahendeid. Katsed kloorgaasiga teostatakse tõmbe-kapis või kohas, kust gaas eluruumidesse ei pääse.

Kloorgaas juhitakse vulfi pudeli külgtoruga ühendatud kummivooliku kaudu veega täidetud pudelisse 4, kus toimub gaasi pesemine — kloorvesinikust vabastamine. Järgneb gaasi kuivatamine. Selleks juhitakse gaas läbi kontsentreeritud väävelhappe, mis asub pudelis 5. Kuiv gaas voolab surve tõttu edasi teise jaotuslehtrisse 2. Selles nn. mahutis toimubki tina reageerimine klooriga. Mahuti on tihedalt täidetud soodavees keedetud ja hästi kuivatatud valgepleki tükkidega. Kraan on suletud.

Enne katseseadme töösse rakendamist kontrollitakse veel selle gaasipidavust. Vajaduse korral määratakse mahuti kraan vaseliiniga. Kui korgid ei ole küllalt tihedad, valatakse nad üle sula kirjalakiga.



Joon. 115. Laboratoorne seade valgepleki jäätmetelt tina eemaldamiseks.

Jaotuslehtri 1 kraani avamisel voolab pudelisse 3 soolhappe. Kraani avada vähehaaval, et ei tekiks tormilist gaasi eraldumist. Happe voolamisel pudelisse hakkab samaaegselt eralduma kloor. Kuna anumad on täidetud õhuga ja tihedalt suletud, tekib neis peagi tugev surve. Surve vähendamiseks avatakse paaril korral hetkeks mahuti kraan. Seega voolab enamik õhku välja ja pudelid täituvad klooriga. Mahutis algab reaktsioon. Selle seinad kattuvad tihedalt udupiiskadega. Need on seintele kogunenud SnCl_4 tilgakased. Peagi koguneb tinakloriid mahuti ava juurde. Valgepleki jäätmed algul tuhmuvad, muutuvad täpilisteks ja lõpuks päris halliks — kogu neil olnud tina on reageeri-

nud klooriga. Üks taoline mahutitais valgepleki jäätmeid annab 3—4 ml tinakloriidi.

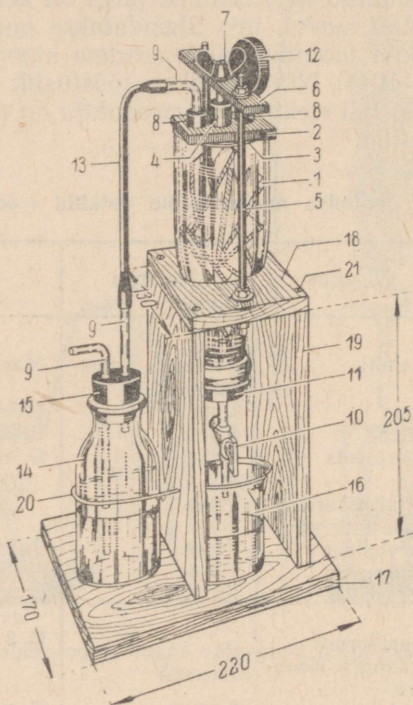
Katse lõpul avatakse mahuti all olev kraan ja vedel SnCl_4 lastakse kogumisanumasse. Seadmesse jäänud kloor puhutakse õhupumba kummipalli abil välja.

Eelpoolkirjeldatud katseeadme järgi on kohane valmistada väike töötav mudel, mis ühendatakse punktis 55 kirjeldatud seebikivi tootmise mudelseadme kloori eraldumistoruga (joon. 104). Nii saadakse tööstuslik mudelseade, kus naatriumkloriidi elektrolüüsi produktid on otstarbekohaselt ära kasutatud.

Tinakloriidi tootmise mudelseadme detailid (joon. 116).

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Mõõtmed
1	1	Mahuti	Põhjata piimapudel	Maht 1 l.
2	1	Kaas	Vineer	Paksus 8 mm
3	1	Tihend	Kummi	Paksus 2 mm
4	1	Surveklots	Metall	Ø ca 30 mm, kõrgus 20—30 mm
5	2	Kinnitusvardad 3-me mutriga	Teras	
6	1	Surveplaat	Teras	Paksus 3—5 mm
7	1	Tiibkruvi	Teras	M6×40 mm
8	2	Korgid	Kummi	Ø vastavalt osa 2 avadele
9	3	Klaastorud		Ø 5—7 mm
10	1	Kraaniga klaastoru		
11	1	Kork	Kummi	Ø vastavalt pudeli 1 avale
12	1	Manomeeter		ca 1 atmosfäär
13	1	Uhendusvoolik	Kummi	Siseläbimõõt 4—6 mm
14	1	Pudel	Klaas	Maht 100—200 ml
15	1	Kork	Kummi	Ø vastavalt pudeli 14 avale
16	1	SnCl_4 anum	Keeduklaas	Maht 50—100 ml
17	1	Aluslaud	Vineer	220×170×15 mm
18	1	Alus	Vineer	
19	2	Tugilaud	Vineer	205×130×15 mm
20	1	Kinnitusaas kahe mutriga	Terastraat	Ø 5 mm
21	8	Puidukruvid		M4×25—30 mm

Detailidest (joon. 116) valmistatakse mahuti 1 antud juhul üheliitrisest piimapudelist, kuid ka iga teine pudel on selleks otstarbeks täiesti kohane. Klaasanum on kohasem terasanumast, kuna läbi klaasi saab jälgida mahuti sisu ja reaktsiooni kulgemist. Pudeli põhi eralda-

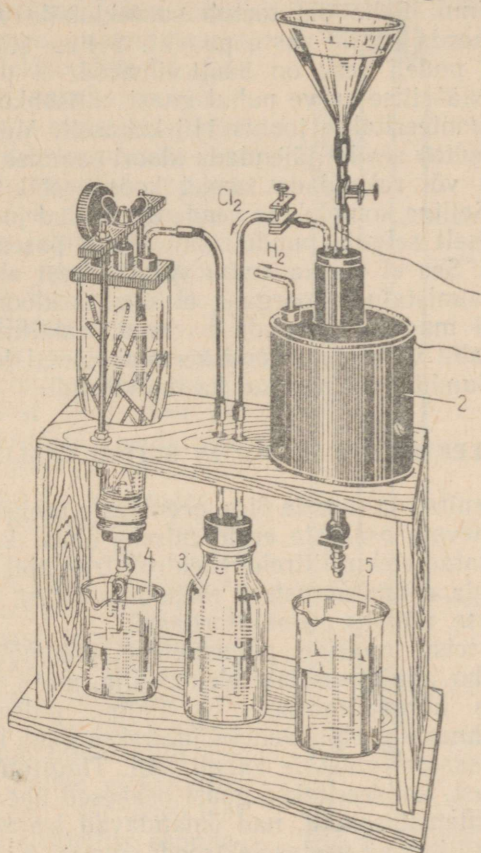


joon. 116. Mudelseade tinakloriidi tootmiseks.

takse pudelist elektrivoolu abil hõõguma aetud kroomnikkel või terastraadiga. Põhja eraldamisel tekkinud ebatasasused lasevad end võrdlemisi kergesti käial lihvida või kõrvaldada smirgelpaberiga hõõrumisel. Pudeli suu suletakse kummikorgiga 11, millest on läbi viidud kraaniga varustatud klaastoru 10. Kraani asemel võib kasutada ka näpitsaga kummitoru.

K a a s 2 peab konteineri pealt tihedalt sulgema. Selleks asetatakse kaane ja pudeli vahele auto õhukummist

valmistatud tihend 3. Kaanes olevad avad suletakse kummi-
korkidega 8. Ühest korgist viiakse läbi klaastoru 9, teisest
aga manomeeter 12. Kaas suletakse sulgemisseadmega,



Joon. 117. Seade tinakloriidi ja naatriumhüdroksüüdi saamiseks: 1 — mahuti; 2 — kloori saamise seade; 3 — kontseentreeritud vävelhappe pudel; 4 — tinakloriidi nõu; 5 — naatriumhüdroksüüdi nõu.

mille moodustavad kinnitusvardad 5 koos mutritega, surve-
plaat 6, surveklots 4 ja tiibkruvi 7.

Surveplaat 6, mis valmistatakse 3—5 mm paksu-

sest terasplekist, varustatakse tiibkruvile 7 vastava keermega. Keerme asemel võib plaadi alumisele küljele augu ette joota ka sobiva mutri. Kaane 2 sulgemisel keeratakse tiibkruvi kinni. Selle ots toetub surveklotsile 4. Viimane surub omakorda kaane vastu pudelit. Sellise sulgemisviisi juures, kui pudeli serv on hästi lihvitud, ei pääse isegi mitmeatmosfäärilise surve puhul gaasi välisõhku.

Seade monteeritakse joonis 116 kohaselt. Mudeli ehitajatel on soovitatav seadet täiendada kloori saamise seadmega (vt. p. 16) või rakendada seadet koos seebikivi vabriku mudeliga. Selline komplektne seade on toodud joonisel 117. Nagu jooniselt selgub, puudub siin kloori pesemise pudel (veeanum). See ei ole ka enam vajalik, sest elektrolüütilisel teel valmistatud kloorigaas ei sisalda kloorvesinikku.

Ehitatud mudelil ei puudu ka oma praktiline tähtsus, kuna selle abil võib toota kooli keemiakabineti jaoks vajalikku naatriumhüdrosüüdi kui ka tinakloriidi.

59. ELEKTRILINE TOLMU JA SUITSU ERALDAJA

Tolmu, suitsu ja muude õige peenikeste tahkete ning ka auruna esinevate osakeste eraldamiseks õhust kasutatakse nõndanimetatud elektrofiltreid. Elektrofiltrite abil on võimalik puhastada mitmesugustest ebasoovitavatest lisanditest ka teisi gaase, näiteks generaatorgaasi.

Õhu ja teiste gaaside puhastamise põhimõtte seisneb gaasi või õhu juhtimises läbi elektrivälja, mida tekitatakse elektrofiltres kõrgepingevoolu — alalis-, pulseeriva või isegi vahelduvvoolu abil. Selleks juhitakse gaas kontsentrialse kondensaatori plaatide vahelt läbi. Tingituna kondensaatori kujust, ioniseeritakse gaasi osakesed ühe elektroodi läheduses intensiivsemalt, nad omandavad teatava elektrilaengu ning liiguvad vastaselektriooni suunas. Kohates oma liikumise teel gaasis hõljuvaid tahke või vedela aine osakesi tolmu või piiskade näol, annavad nad oma laengu neile üle. Laetud tahked osakesed (tolm, aur jne.) alustavad samuti liikumist vastaselektriooni suunas ning puutudes sellega kokku, annavad oma laengu ära, sadenedes ise elektroodile. Nii puhastubki gaas tahkete ja vedelate ainete õige väikestest osakestest — tolmust ja kahjulikest aurudest.

Kuna tolmu ja piiskade liikumine kuni väljasadestumiseni vastaselektrioonil nõuab teatud aega, siis on arusaadav,

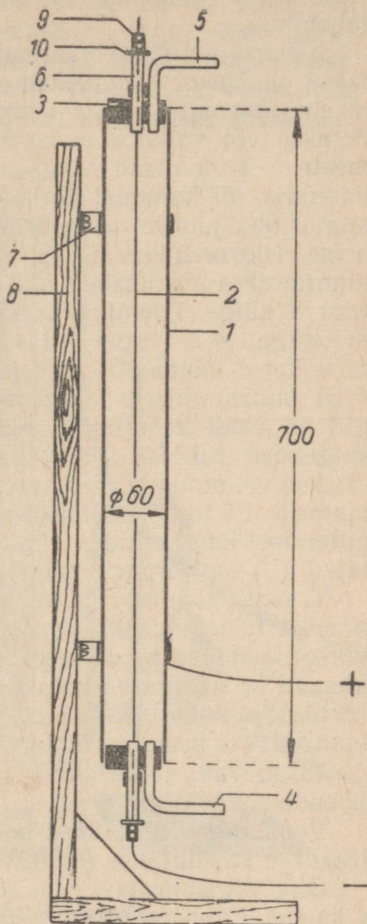
et elektrofiltri puhastusvõime oleneb gaasi elektriväljas viibimise kestusest ja elektrivälja tugevusest, mis omakorda oleneb rakendatavast pingest, elektrodide kujust ning nende vahekaugusest.

Suurtes statsionaarsetes elektrofiltrites kasutatakse kuni 100 000 voldilist pinget, kusjuures õhu paremaks ioniseerimiseks juhitakse see läbi elektrivoolu poolt hõõgumiseni viidud traatspiraalide.

Elektrofiltrite abil on võimalik õhku ja gaase peaaegu täielikult tahketest ja aurutaolistest lisanditest vabastada. Seetõttu kasutatakse neid laialdaselt nii laboratooriumides kui ka tööstustes.

Väga efektiivselt töötab joonisel 118 esitatud tüüpi elektrofilter, mille peaosadeks on metalltoru 1 ja selle tsentrisse asetatud, torust isoleeritud terastraat 2. Puhastatav õhk või gaas juhitakse toru ühest otsast sisse, kuna teisest otsast väljub puhastatud õhk või gaas. Sellise elektrofiltri konstruktsioon sarnaneb teatud määral elektrilise osonaatori konstruktsiooniga (vt. p. 52). Tegelikult tekibki õhu läbimisel elektrofiltris ka külaldiselt osooni, mis omakorda mõjub positiivselt eriti sumbunud ruumide tuulutamisel.

Mainitud elektrofiltri juures on positiivseks elektrodiks metalltoru 1, negatiivseks — toru tsentrisse asetatud terastraat 2. Traadi ja toru vahel tekitatakse kõrgepingevoolu abil elektriväli, kusjuures välja tugevus on kõige suurem terastraadi läheduses, mistõttu viimase ümbruses



Joon. 118. Elektrofilter.

tekib korona lahendus (vaikne — ilma sädemeteta elektri- lahendus).

Elektrofiltri mudeli filterelemendi valmistamiseks keeratakse õhukesest raudplekist (soovitav tinutatud) 60 millimeetri jämedune toru 1 (joon. 118), mille õmblus kas joodetakse või valtsitakse kokku. Toru pikkus on 700 millimeetrit. Toru otsad suletakse hästi kuivast puust, kõvakummist või kummist korkidega 3, milledesse on puuritud augud õhu juurde- ning äravoolutorude 4 ja 5 ning negatiivse elektroodi klaastorust isolaatorite 6 jaoks. Kogu seade kinnitatakse klambrite 7 abil kahest lauast valmistatud statiivi 8 külge. Ülemine kork valmistatakse nii suure läbimõõduga, et ta tugevasti sulgeks toru ülemise otsa. Alumise korgi läbimõõt on pisut väiksem, et võimaldada korki filtri puhastamiseks kergemini eemaldada. Mõlemad korgid on veidi koonilised, mis kindlustab toru otste tiheda sulgemise. Korkide keskk kohta puuritakse augud, kuhu asetatakse võimalikult peenikesest klaastorust valmistatud isolaatorid. Et torud ei libiseks elektroodiks oleva traadi pingutamisel läbi korkide, mähitakse neile isoleerpaelast takistajad ($1/2$ isoleerpaela laiust).

Traadi ülemisse otsa kinnitatakse isolaatorist läbimineku takistamiseks armatuuriklemm 9, mille alla asetatakse tihenduseks kummist seib 10. Samasuguse armatuurklemmi ja seibiga varustatakse ka elektroodi teine ots. Kui korgid on kindlalt kohale asetatud, pingutatakse traat ning kinnitatakse armatuurklemmi alla.

Järgnevalt joodetakse väliskesta külge vooluallikaga ühendamiseks traat (+).

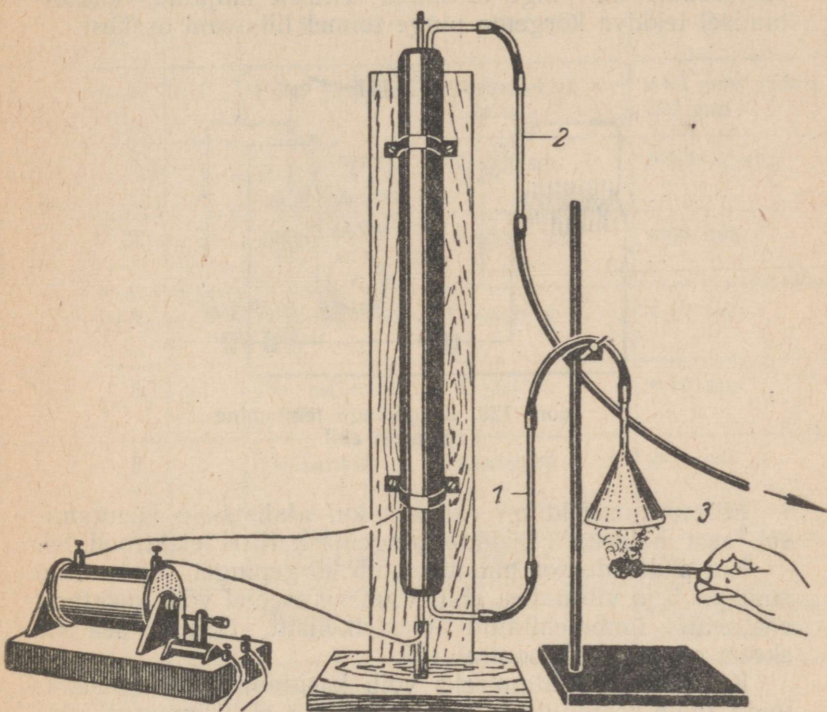
Vooluallika negatiivse pooluse ühendamiseks elektroodi traadiga kasutatakse alumist armatuurklemmi.

Õhk või puhastav gaas juhatakse filtrisse alumise toru 4 kaudu. Puhastatud gaas imetakse toru 5 kaudu ventilatori või õhupumba abil välja. Kokkumonteeritud seade on esitatud joonisel 119.

Et demonstreerida filtri puhastamisvõimeid, selleks on nii puhastatava kui ka puhastatud õhu torustikku ühendatud klaastorud 1 ja 2. Sisseimemistorustik lõpeb lehtriga 3, mille all põletatakse traaditüki otsa kinnitatud tärpentinis niisutatud vatti.

Kirjeldatud elektrofiltri sobivaks tööpingeks on 5000—10 000 volti. Kõige suurema efekti annab alalisvoolu kasutamine.

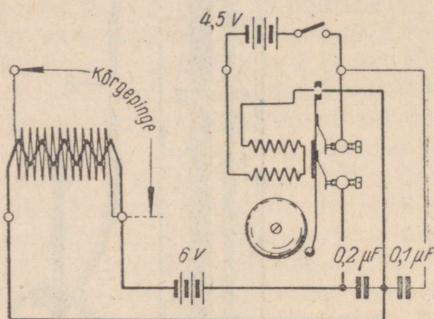
Kuna aga kõrgepingealaldaja ehitamine on suhteliselt keeruline, siis kasutatakse katsetamisel sageli teisi pinge saamise viise. Päris häid tulemusi saab sädeindukti kasutamisel. Sädeinduktor annab küll vahelduvat voolu, mis tegelikult ei sobi elektrofiltri tööks, kuid siiski võimaldab



Joon. 119. Elektriline filterseade.

sädeinduktorilt saadava voolu eriline kuju seda rakendada. Nagu teada, kasutatakse sädeindukti primaarahelas elektromagnetilist katkestajat, mille abil alaline vool pulseerivaks vooluks muudetakse. Katkestaja ühendab ja katkestab primaarahela vooluringi. Kuna sädeinduktor on varustatud raudsüdamikuga, siis kulub vooluringi ühendamisel teatud ajavahemik, kuni magnetväli on saavutanud maksimumi. Katkestamisel toimub magnetvälja kustumine. Viimane protsess toimub aga palju kiiremini kui magnetvälja tekki-

mine. Kuna aga saadav pinge sekundaarahelas oleneb muude tegurite hulgas ka magnetvälja muutumise kiirusest, siis saadakse sekundaarahelas primaarahela voolu katkestamise hetkel mitu korda kõrgem pinge kui vooluahela ühendamisel. Vooluahela ühendamisel tekkiv väike vastassuunaline pinge ei suuda eriliselt mõjutada katkestamisel tekkiva kõrgema pinge toimet liikuvaid osakesi.



Joon. 120. Kõrgepinge tekitamine süütepooli abil.

Filtreerimiseefekt on väiksem kui alalisvoolu kasutamisel, sest hetkeks vaheldub pingemärk filtri elektroodidel.

Kui sädeinduktor puudub, võib kõrgepinget saada auto süütepooli ja vibraatori abil. Viimase asemel võib kasutada vastavalt ümberehitatud elektrikõlistit. Sellise seadme skeem on esitatud joonisel 120.

Kõrgepinge tekitamiseks võib kasutada ka magneetot, mida tuleb loomulikult kas käsitsi või elektrimootori abil paraja kiirusega pöörlema panna. Kõrgepingevoolu õige suund tuleb katseliselt määrata. Valesti ühendatud vooluallika puhul filter ei tööta.

Filtri puhastava mõju selgitamiseks imetakse läbi filtri veejoapumba või kummiballooni abil lehtri 3 all tärpentiini põlemisel tekkivat suitsu, mis on hästi nähtav klaastorus 1 (joon. 119). Klaastorus 2 ei ole filtri töötamisel enam suitsu näha. Niipea kui katkestatakse vool, ilmub suits ka torusse 2. Torusse 2 võib asetada puhta vatitüki, mis ka filtri kestval töötamisel ei tahmu. Tarvitseb vaid hetkeks vool katkestada ja vatt kattub tahmaga.

Ühendades palju selliseid torufiltreid paralleelselt, saa-

dakse küllaltki suure läbilaskevõime ja suure puhastamisefektiga õhufiltreerimise seade.

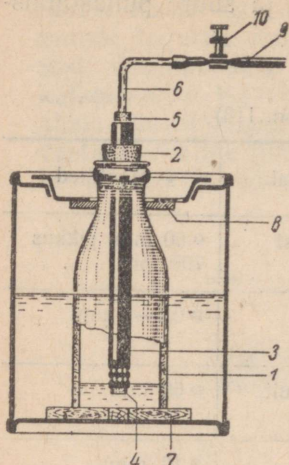
Elektrofiltri detailid (joon. 118)

Pos. nr.	Arv	Nimetus	Materjal	Mõõtmed
1	1	Filtri kest	Terasplekist toru	∅ 60 mm, pikkus 700 mm
2	1	Negatiivne elektrood	Terastraat	∅ 0,5—1 mm
3	2	Korgid	Kummi, puit	∅ 60 mm
4	1	Ohu sissevoolu toru	Klaastoru	∅ 10 mm
5	1	Ohu väljavoolu toru	Klaastoru	∅ 10 mm
6	2	Isolaatorid	Klaastoru	∅ 4 mm
7	2	Kinnitusklambrid	Terasplekist riba	Laius 15 mm
8	1	Statiiv	Puit	Kõrgus 800 mm, aluse laius 400 mm
9	2	Armatuuri klemm	Vask	
10	2	Seib	Kummi	Vastavalt pos. 2

60. GAASIKEEVITUSSEADME MUDEL

Järgnevalt kirjeldatakse atsetüleengaasiga keevitamise seadet, mis küll ei võimalda pikemaajalist töötamist, kuid millega siiski võib teostada väiksemaid keevitustöid.

Seade koosneb kolmest osast: atsetüleengaasi generaatorist, hapnikuhoidlast ja põletist.



Joon. 121. Atsetüleengaasi generaator.

Gaasigeneraatori põhilisteks osadeks on $\frac{1}{2}$ -liitrine piimapudel ja kaanega suletav 17 cm kõrgune ja 14 cm läbimõõduga plekknõu, millised on müügil kaubandusvõrgus. Generaatori ehitus on äärmiselt lihtne, kusjuures ta töötab automaatselt.

Pooleliitrilisel piimapudelil 1 eraldatakse põhjaosa (vt. p. 1, e). Järgnevalt muretsetakse pudelile sobiv kummikork 2, kuhu puuritakse 15 mm läbimõõduga auk. Nüüd valmistatakse õhukesest 0,5 mm paksusest tinutatud plekist 20 cm pikkune ja 15 mm jämedune toru 3. Toru ühte otsa torgatakse viilisabaga 2 cm kõrguselt sõelaoluliselt augud, kuna toru ots suletakse kummikorgiga 4. Toru teise

otsa sulgemiseks kasutatakse jällegi kummikorki 5, kuhu puuritakse auk klaastoru 6 läbiviimiseks.

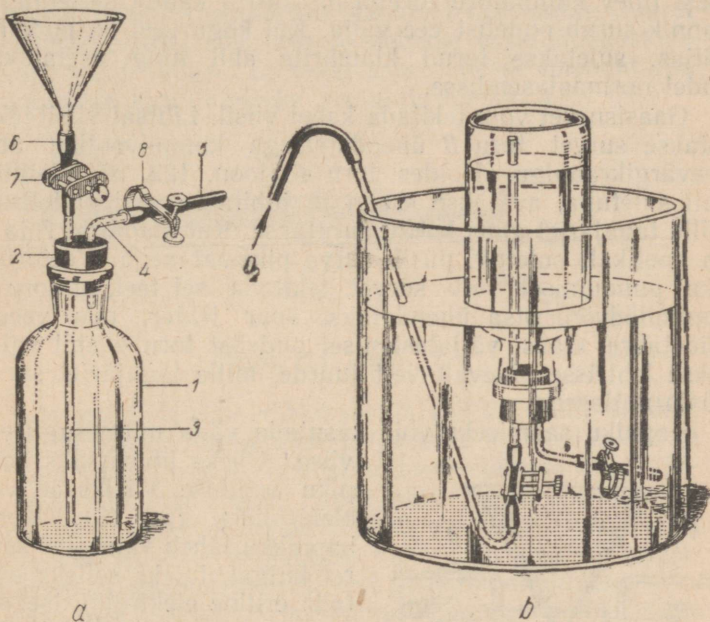
Plekknõu põhja asetatakse puust valmistatud 5 mm kõrgune ristikene 7. Järgnevalt lõigatakse plekknõu kaande sellise suurusega auk, mis vastaks pudeli kaela läbimõõdule, kui pudel on asetatud plekknõu põhja puust ristikujuulisele alusele.

Parema tiheduse saamiseks pudelikaela ja plekknõu kaane vahel asetatakse kaane alla pudeli kaela ümber auto sisekummist välja lõigatud rõngas 8. Ohu väljapääsemiseks plekkanumast tehakse selle kaane sisse väike 0,5 mm läbimõõduga auk.

Seade monteeritakse kokku joonis 121 kohaselt. Klaastoru 6 otsa ühendatakse kummivoolik 9, mida saab sulgeda klambri 10 abil.

Generaatori töösse rakendamiseks täidetakse esmalt plekknõu kuni $\frac{1}{2}$ kõrguseni veega, kusjuures pudeli kork koos plekktoruga on varem eemaldatud. Järgnevalt täidetakse ülemise ava kaudu plekktoruga peenendatud karbiidiga umbes 5–6 cm kõrguselt. Pärast täitmist suletakse toru ülemine ots uuesti ning keeratakse klamber 10 kinni. Nüüd asetatakse pudeli kummikork koos täidetud toruga uuesti tagasi oma kohale, kusjuures tuleb hoolikalt jälgida, et kork

sulgeks pudeli tihedalt. Kuna plekkтору avauste kaudu tungib vesi karbiidini, siis tekib kohe atsetüleengaas, mis surub vee pudelist välja. Kui on kogunenud küllaldaselt gaasi, langeb vee nivoo allapoole karbiidiga täidetud plekkтору otsa, vee juurdepääs karbiidile katkeb ja seetõttu lakab gaasi tekkimine.



Joon. 122. Hapniku balloon.

Kui gaas lastakse klambri avamisega anumast välja, siis väheneb surve pudelis ning veepind tõuseb uuesti kuni torus oleva karbiidini, mille tulemusena intensiivistub jällegi gaasi tekkimine. Nii reguleerib generaator gaasi tekkimist automaatselt. Gaasirõhk onelab väljatõrjutava vee-samba kõrgusest.

Hapniku balloonidena võib kasutada liitrise või suurema mahuga laia kaelaga pudeleid. Pudeli 1 (joon. 122, a) varustatakse korgiga 2, millest ulatuvad läbi kaks klaas-toru 3 ja 4. Toru 3 ulatub kuni pudeli põhjani, kuna toru 4 on lühem ja ulatub vaid mõni sentimeeter läbi korgi. Mõle-

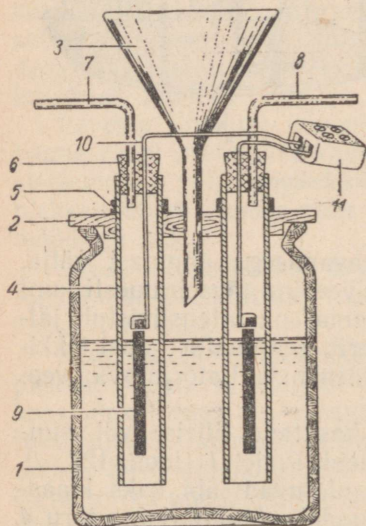
mad torud varustatakse kummist jätkudega 5 ja 6 nende sulgemiseks klambrite 7 ja 8 abil.

Sellise pudel-ballooni täitmiseks hapnikuga (joon. 122, b) valatakse pudel kuni korgini vett täis ja pööratakse veevannis ümber, kaelaosaga allapoole. Järgnevalt avatakse vee all klambrid ning ühendatakse hapniku tekitamise seadme tulev kummitoru toruga 3. Toru 3 kaudu sissetungiv hapnik surub pudelist vee välja. Kui kogu vesi on pudelist väljas, suletakse torud klambrite abil ning asetatakse pudel normaalasendisse.

Gaasisurvet võib tekitada kahel viisil. Lihtsal viisil tekitatakse survet toru 3 ühendamiselega kummivooliku abil veevärgikraaniga. Hoides toru 4 (joon. 122, a) klambri abil suletuna, avatakse kraan ja juhitakse vesi pudelisse, mille tagajärjel gaas kokku surutakse. Kui klambrid 7 ja 8 on hoolikalt suletud, püsib surve pikemat aega. Veetorusliku puudumisel võib survet tekitada sel teel, et toru 3 kummilõdviku otsa ühendatakse suur lehter, mis veega täidetakse. Gaasi väljalaskmisel pudelist toru 4 abil valatakse lehtrisse pidevalt vett juurde, mille tagajärjel surve püsib ühtlasena.

Hapniku saamiseks võib kasutada väga mitmesuguseid

viise. Üheks lihtsamaks hapniku saamise viisiks on vee elektrolüüs (p. 13). Kuna hapnikku läheb vaja õige suures hulgal, tuleks selleks ehitada eriline elektrolüüsiseade, nagu see on kujutatud joonisel 123. Elektrolüüsiseadme anumaks on 3—4 liitrilise mahutavusega klaaspurk 1. Klaaspurk varustatakse pakstust vineerist valmistatud kaanega 2. Kaane sisse tehakse kaks suuremat ja üks väiksem auk. Viimane puuritakse kaane keskele ja on mõeldud lehtri 3 toru läbiviimiseks. Suurematest aukudest peavad paraja surve all läbi mahutama mõõtsilindrid 4, millede põhjad on eemaldatud. Silind-

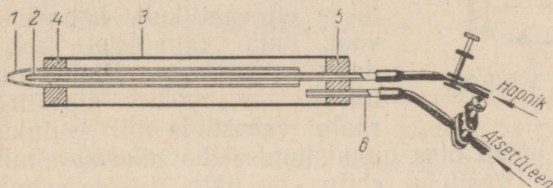


Joon. 123. Vee elektrolüüsiseade.

rite ümber mähitakse kaane peale ulatuvale osale mõned keerud 5 mm laiust isoleerpaela 5. See väldib silindrite langemist anumasse.

Järgnevalt varustatakse mõõtsilindrite ülaosad sobivate korkidega 6, milledesse puuritakse augud gaaside välja-juhtimiseks ettenähtud torude 7 ja 8 ning elektrodide 9 jaoks.

Elektroodidena kasutatakse jämedaid raadioküttepatarei või telefonielemendi süsi, mis joodetakse vaskmütsikestega terasvarraste 10 külge. Terasvarraste otstes ühendatakse voolujuhtmete kinnitamiseks armatuuriklemm 11.



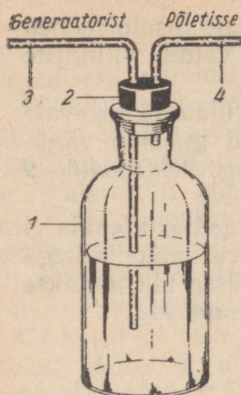
Joon. 124. Põleti.

Seade monteeritakse kokku joonis 123 kohaselt. Seadme töölerakendamiseks toimitakse järgmiselt. Anum täidetakse leetri abil veega, mis on hapustatud mõnekümne tilga väävel-, sool- või mõne muu happe abil. Nüüd ühendatakse vooluallika juhtmed. Katoodil hakkab eralduma hapnik ning anoodil vesinik, mis kogutakse varem kirjeldatud gaasikogujaisse — gasomeetritesse või gasiballoonidesse.

Kuna selle seadme voolutarvidus on madala pingepuhul väike, siis võib kasutada ükskõik milliseid vooluallikaid alates taskulambi patareidest kuni vastavate õgvendajateni. Normaalselt kasutatakse 6—12 voldilist pinget. Pinge tõstmisel intensiivistub gaaside eraldumine. **Tähelepanu!** Vee elektrolüüsil tuleb lahtise tulega ettevaatlik olla, kuna võib lekkida paukgaas.

Atsetüleengaasiga keevitamisel on tähtsamaks osaks gaasipõleti. Käesoleva mudeli juurde valmistatakse ise ka põleti. Põleti konstruktsioon on lihtne. See koosneb kahest teineteise sisse asetatud klaastorust 1 ja 2, millede otsad on bunseni põleti või piirituslambi leegil kooniliseks tõmmatud (joon. 124).

Põleti kest koosneb 20 mm läbimõõduga ja 20 cm pikkusest vasktorust 3, mille mõlemad otsad suletakse aukudega



Joon. 125. Vesilukk.

varustatud korkidega 4 ja 5. Põleti monteeritakse kokku joonis 124 kohaselt. Atsetüleen juhatakse põletisse toru 6 kaudu ja hapnik toru 2 kaudu. Toru otste juures tekib gaaside segu, mis süüdatakse tikuga jämedama toru ava ees, millele tavaliselt kaasneb nõrk plahvatus.

Leegi süütamiseks avatakse kõigepealt veidi atsetüleeni toru sulgev klamber, seejärel süüdatakse gaas suudme kohal põlema. Järgnevalt avatakse ettevaatlikult hapniku juurdevool, mille tagajärjel leek omandab sinaka värvuse. Plahvatuste vältimiseks on soovitatav atsetüleenigeneraator varustada nn. vesilukuga, mis

takistab põleti otsa ummistumisel hapniku sattumist generaatorisse. Vesiluku ehitus on lihtne ja see selgub jooniselt 125. Vesilukk koosneb väikesest laia kaelaga pudelist 1, mis on suletud korgiga 2. Korgis on kaks auku torude 3 ja 4 jaoks. Toru 3 ulatub pudeli põhjani, kuna toru 4 mõni millimeeter allapoole korki. Pudeli täidetakse veega kuni $\frac{1}{2}$ kõrguseni. Torust 3 juhatakse sisse generaatorist tulev atsetüleengaas, mis, läbinud vee, väljub toru 4 kaudu. Vastupidine gaasivool on aga takistatud.

Kuna kirjeidatud keevitusseade on mõeldud vaid töötava mudelina, siis on temaga teostatavad tööd ka vastavalt eesmärgile piiratud. Seadmega võib keevitada ja lõigata õhemaid plekiribasid ning peeneid vardaid.

Suurema seadme ehitamisel osutub kõige raskemaks sobiva põleti valmistamine. Sel puhul on soovitatav kasutada tööstuses toodetavaid põleteid.

TABELITE LOETELU

	Lk.
Tabel 1. Kemikaalide säilitamine	47
Tabel 2. Rahvusvahelised aatomkaalud	55
Tabel 3. Esmaabi mürgituste puhul	61
Tabel 4. Kaaliumhüdroksüüdi lahuste erikaalud 15° C juures .	64
Tabel 5. Naatriumhüdroksüüdi lahuste erikaalud 15° C juures .	64
Tabel 6. Lämmastikhappe lahuste erikaalud 15° C juures . . .	65
Tabel 7. Väävelhappe lahuste erikaalud 15° C juures	65
Tabel 8. Soolhappe lahuste erikaalud 15° C juures	65
Tabel 9. Galvanotehnikas kasutatavaid kemikaale	79
Tabel 10. Mõningate metallide elektrokeemilised ekvivalendid .	110
Tabel 11. Metallide potentsiaali rida	111
Tabel 12. Valemid pindalade arvutamiseks	113
Tabel 13. Ühe ampertunni toimel tekkiva kattekihi iseloomustus	115
Tabel 14. Galvaniseerimise kestus tsinkimisel happese elektro- lüüdiga	116
Tabel 15. Galvaniseerimise kestus vasetamisel happese elektro- lüüdiga	117
Tabel 16. Galvaniseerimise kestus nikeldamisel	117
Tabel 17. Vesiniku ionide kontsentratsioon ja lahuste iseloo- mustus	130
Tabel 18. Leelised lahused keemiliseks rasvast puhastamiseks .	136
Tabel 19. Terasesemete peitsimisel kasutatavate lahuste koostis (%) ja töötlemise režiim	137
Tabel 20. Värviliste metallide peitsimisel kasutatavate lahuste koostis ja töötlemise režiim	138
Tabel 21. Elektrolüüdi koostis terase anoodisel elektrolüütilisel peitsimisel	139
Tabel 22. Lihviinis- ja poleerimisketaste pöörete arvud minutis	141
Tabel 23. Mohs'i kõvadusastmik	142

Tabel 24. Poleerimispastad	142
Tabel 25. Elektrolüütilisel teel rasvast puhastamise lahused	147
Tabel 26. Elektrolüüdid terase poleerimiseks	149
Tabel 27. Elektrolüüdid galvaaniliselt tekitatud kattekihtide poleerimiseks	149
Tabel 28. Happeses elektrolüüdis kujuneva tinakihi paksus	181
Tabel 29. Leelises elektrolüüdis kujuneva tinakihi paksus	181
Tabel 30. Galvaanilise hõbetamise kestus ja kattekihi paksus	184
Tabel 31. Galvaniseerimisel rauaga kujuneva kattekihi iseloomustus	186
Tabel 32. Tinasulamid	189
Tabel 33. Orgaanilised värvained oksüdeeritud alumiiniumi värvimiseks	221
Tabel 34. Anorgaanilised lahused oksüdeeritud alumiiniumi värvimiseks	222
Tabel 35. Naatriumhüdroksüüdi lahuste keemistemperatuurid	229

SISUKORD

Saateks	3
-------------------	---

I osa

Seadmed, nende valmistamine ja materjalid

1. Klaastorude töötlemise vahendid ja töövõtted	5
a. Põletid.	5
b. Klaasi puurimine.	10
c. Klaasile kirjutamine.	11
d. Peenikeste klaastorude lõikamine	12
e. Jämedate klaastorude ja pudelite lõikamine	13
f. Klaastorude termiline töötlemine	15
2. Katsevahendite sulgemine ja ühendamine	21
3. Elektriahjud	27
4. Elektroodid	35
5. Filtreerimine	37
6. Vee destilleerimine	40
7. Elektriseadmed	45
8. Kemikaalide säilitamisest	46
9. Katseteks ettevalmistumine ja ohutustehnilised seadmed	50
a. Katsevahendite puhastamine	50
b. Vajalikke arvutusi	52
c. Ohutustehnilised vahendid	54
10. Mürgitused ja esmaabi	60
11. Lahuste valmistamine ja mõnede reaktiivide laboratoorseid saamisviise	63
a. Lahustest	63
b. Reaktiivide valmistamisviise	66

II osa

Elektrolüüs

12. Elektrivoolu toime lahustele ja sulatatud sooladele	86
13. Vee elektrolüüs	89
14. Glaubrisoola elektrolüüs	94
15. Kaaliumjodiidi elektrolüüs	95
16. Keedusoola elektrolüüs	96
17. Naatriumhüdrosüüdi elektrolüüs naatriumi saamiseks	101
18. Seatinakloriidi elektrolüüs	104
19. Pildi elektrokeemiline ülekanne	105
20. Elektrolüütiline graveerimine	107

Galvanosteegia

21.	Galvanosteegia tähtsusest	108
22.	Galvanosteegiliste tööde teostamiseks vajalikud arvutused	109
	a. Elektrolüüsil eralduv metalli hulk	109
	b. Kaetavate pindalade arvutamine	112
	c. Voolutugevuse, elektrolüüsi kestuse ja kattekihi paksuse arvutamine	112
23.	Vooluallikad	118
	a. Üldandmed	118
	b. Bunseni element	119
	c. Vanadest telefonielementidest ja raadio küttepatareidest valmistalavad elemendid	120
	d. Kupron ehk vaskoksüüdelement	121
24.	Galvaniseerimisvannid	123
25.	Vanni erikaal	129
26.	Elektrolüüdi happesus	130
27.	Anoodid	131
28.	Galvaniseerimise eel- ja järeltööd	135
	a. Keemiline rasvast puhastamine	135
	b. Keemiline peitsimine	136
	c. Elektrolüütiline peitsimine	139
	d. Lihvimine ja poleerimine	140
	e. Mitmesugused lihvimis- ja poleerimisvahendid ning pastad	141
	f. Lihvimis- ja poleerimiskettad	143
	g. Lihvimisketaste ettevalmistamine	145
	h. Väikeste esemete mehaaniline puhastamine	146
	i. Elektrolüütiline rasvast vabastamine	146
	j. Dekapeerimine	147
	k. Elektrolüütiline poleerimine	148
29.	Nikeldamine	150
	a. Niklivannide koostis	150
	b. Mõningaid praktilisi juhiseid nikeldamiseks	156
	c. Nikeldamisel esinevad vead	157
	d. Elektrolüüdi võorainetest puhastamine	159
	e. Nikeldamine ilma vooluallikata	160
	f. Niklikihi paksus ja selle määramine	161
30.	Vasetamine	163
	a. Vasetamisvannide koostis	163
	b. Vasetamiselektrolüüdi analüüs	165
	c. Vasetamisel esinevad vead	168
	d. Vasetamine ilma vooluallikata	168
	e. Vasekihi paksus ja selle määramine	169
31.	Tsinkimine	170
	a. Tsinkimisvannide koostis	170
	b. Tsinkimine ilma vooluallikata	172
	c. Tsingikihi paksuse määramine	172
32.	Tinaga katmine	173
	a. Vannide koostis	173
	b. Leelised elektrolüüdid	175

c. Tinaga katmisel esinevad vead	178
d. Tinaga katmine ilma vooluallikata	179
e. Tinakihi paksus ja selle määramine	181
33. Hõbetamine	182
a. Vannide koostis	182
b. Hõbetamine ilma vooluallikata	183
34. Rauaga katmine	185

IV osa.

Galvanoplastika.

35. Galvanoplastika tähtsus ja kasutamine	187
36. Vormid, mudelid ja materjalid	188
a. Üldmõisted	188
b. Metallvormid	188
c. Vahavormid	189
d. Kipsvormid	191
e. Liim- ja želatiinvormid	193
f. Ühendustraadid, anoodid ja servade varjamine	195
g. Vormide muutmine juhtivaks	198
Vooluallikad ja seadmed	201
38. Vasegalvanoplastikas kasutatavaid elektrolüüte	202
39. Nikli- ja rauagalvanoplastika	203
40. Galvanoplastika rakendamisest	204
a. Leideni pürgi väliskatte valmistamine	204
b. «Hõbesulepea»	205
c. Metallkujuke	206
d. Metalltorude valmistamine	207
e. Reflektori valmistamine	209
f. Sõepuiga galvaniseerimine	210
g. Reljeefkujust koopia valmistamine	210
h. Skulptuurkujukese valmistamine	211
i. «Kuldpaperi» valmistamine	214

V osa.

Metallide värvimine.

41. Alumiiniumi oksüdeerimine ja värvimine	215
a. Alumiiniumi katmise tähtsusest	215
b. Alumiiniumi keemiline oksüdeerimine	215
c. Alumiiniumi galvaaniline oksüdeerimine	216
d. Alumiiniumi oksüdeerimisel esinevad vead	218
e. Vanni korrashoid ja kontroll alumiiniumi oksüdeerimisel	219
f. Alumiiniumi värvimine orgaaniliste värvainetega	219
g. Oksüüdikihi värvimine anorgaaniliste värvainetega	221
h. Seade alumiiniumi oksüdeerimiseks	223
42. Vase värvimine	224
43. Vasesulamite värvimine	227

44. Terasi värvimine	228
45. Asoteerimine	230
46. Tsiingi värvimine	231

VI osa.

Katseid elektrokeemias.

47. Vee termiline lagundamine	232
a. Katsed toruahju abil	234
48. Lämmastikühendite saamine	235
a. Ammoniaagi valmistamine	235
b. Ammoniaagi saamine kaltsiumkarbiidi abil	237
c. Ammooniumnitraadi valmistamine	238
49. Väävelhappe saamine katalüsaatori abil	240
50. Väävelhappe saamine osonaatori abil	241
51. Lämmastikhappe saamine õhust elektrikaare abil	242
52. Osonaator	245
a. Osonaatori valmistamine	245
b. Katsed osooniga	247
53. Katsed cottrelli kambriga	249
54. Kaltsiumkarbiidi valmistamine	251

VII osa.

Mudelseadmed.

55. Seebikivivabriku mudel	252
56. Tehnikaringi galvaniseerimistökoja sisustamine	258
57. Seade galvaanilisel teel metallilindi saamiseks	264
58. Seade valgepleki jäätmetelt tinakloriidi saamiseks	272
59. Elektriline tolmu ja suitsu eraldaja	278
60. Gaasikeevitusseadme mudel	283

Вардя Даниел Петрович
Андрa Херберт Рудольфович
ЮНЫЙ ЭЛЕКТРОХИМИК

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja H. Rehemaa

Tehniline toimetaja H. Kohu

Korrektorid L. Kask ja L. Laur

Ladumisele antud 30. VII 1957. Trükkimisele
antud 11. I 1958. Paber 54×84, 1/16. Trüki-
poognaid 18,5. Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 15,17. Arvutuspoognaid 15,39.
Trükiarv 5000. MB-00712. Tellimise nr. 2663.
Trükikoda «Tartu Kommunist», Tartu, Üli-
kooli 17/19.

Hind rubl. 5.60

2—4

Rbl. 5.60

A-21905

11

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00344374 6