TEHNIKA KUUKIRI

POPULAAR-TEHNILINE AJAKIRI

2. AASTAKÄIK APRILL/MAI 1944 Nr. 4/5 (8/9)

Autotee, valgustatud naatriumlampidega.

SISU:

Talu viljakuivatis	J. Linnakivi	154
Vee puhastumine looduses	L. J.	157
Gaaslahenduse lampidest	H. R. Võrk	159
Kirjavastuseid		165
Termomuundaja mõõtetehnikas	H. Freimuth.	166
Perliitiline mälm	K. Reintalu	171
Automootori silindrite kulumisest	Joh. Täks.	177
Tööstuslik tolm ja võitlus sellega	H. N.	180
Raua ja terase fosfaatimine	E. O.	182
Elektrivoolu suunast	A. Kaskneem	183

VÄLJAANDJA:
KIRJASTUS EESTI AJALEHT

ILMUB EESTI INSENERIDE ÜHINGU JA EESTI KEEMIKUTE SELTSI KAASTEGEVUSEL

TEHNIKA KUUKIRI

POPULAAR-TEHNILINE AJAKIRI

ILMUB EESTI INSENERIDE ÜHINGU JA EESTI KEEMIKUTE SELTSI KAASTEGEVUSEL

PEATOIMETAJA: PROF. DIPL. INS. HANS R. WÕRK

TALU VILJAKUIVATIS

Dipl. arh. J. LINNAKIVI

Eesti kliimaoludes on tarvilik vilja kuivatamine. Vilja-koristamisaegne ilmastik on meil sagedasti nii niiske ja vihmane, et peksetud seeme sisaldab rohkesti vett. Vilja kuivatamine aga kiirendab seemne järelvalmimist ja võimaldab vilja säilitamist.

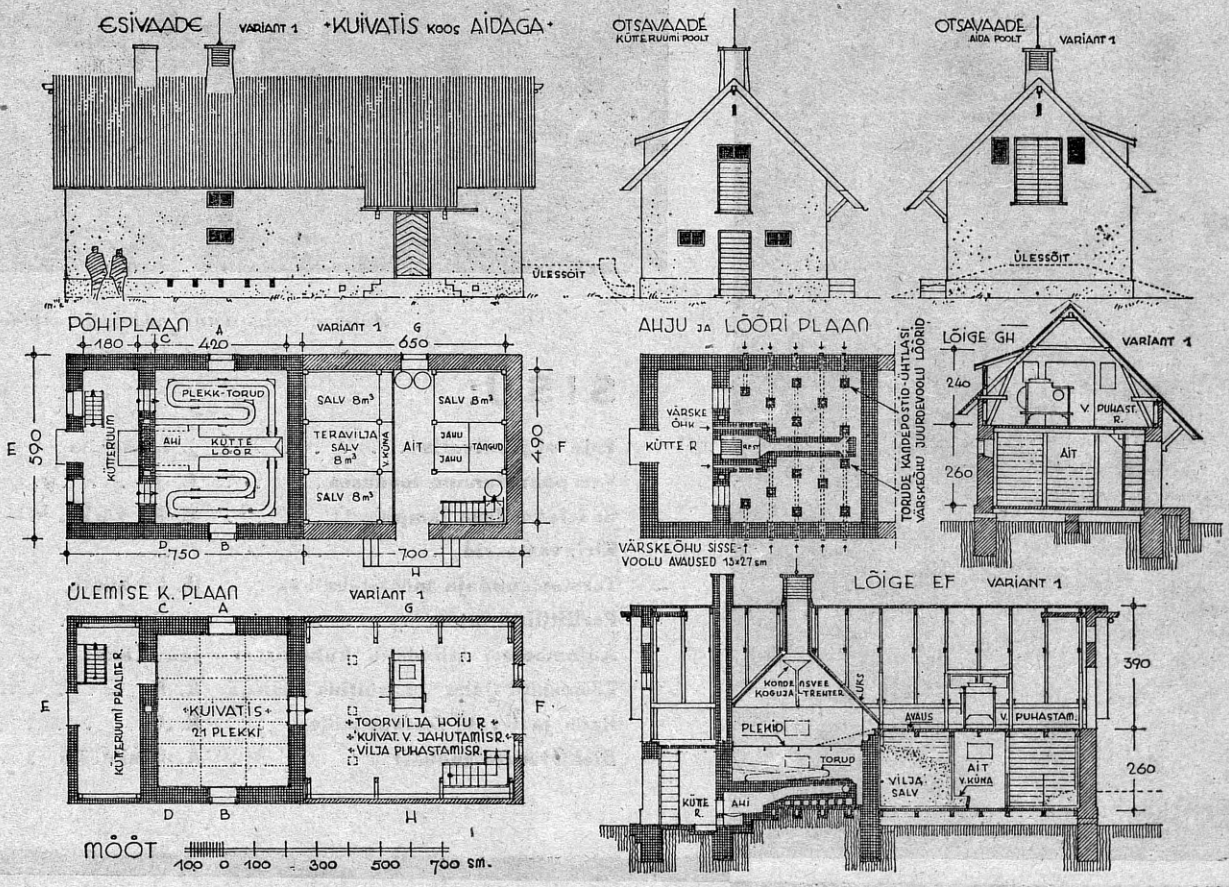
Meil on enam levinud järgmisd kuivatisetüübid: 1) puuriiulitega ehk nn. Siversi kuivatis, 2) plekk- ja traatkuivatis ja 3) kiir- ehk „Viku"-kuivatis.

Avaldame allpool kirjelduse plekk- ja traatkuivatise kohta, kuna eespoolmainitud kuivatisetüüpidest see meil seni kõige rohkem on levinud ja poolehoidu leidnud.

Vilja kuivatamine toimub plekk- ja traatkuivatise soojuse ja õhuvahetuse toimel loomuliku tõmbe teel. Viljakiht asetatakse sõredatele plekkidele või traatidest punutud võrgule ja õhku soojendatakse plekkide alla asetatud ahju ja suitsu korstnasse juhtivate plekktorude abil. Sooja ja niiske õhu ärajuhtimiseks kui ka värske õhu juurdejuhtimiseks on eri seadmed.

Kuivatise suurust arvatakse harilikult kuivatise plekkide arvu järgi. Ühe pleki peale, mille suurus on tavaliselt $1{,}4 \times 0{,}7$ m (s. o. 1 m^2), arvataksè 3 puuda ehk umbes 50 kg vilja.

Allpoolkirjeldatud kuivatis on 21 plekiga, s. o. umbes 1000 kg vilja kuivatamiseks 24 tunni jooksul ja on mõeldud 35 ... 40 ha suurusele talule.



Joon. 1.

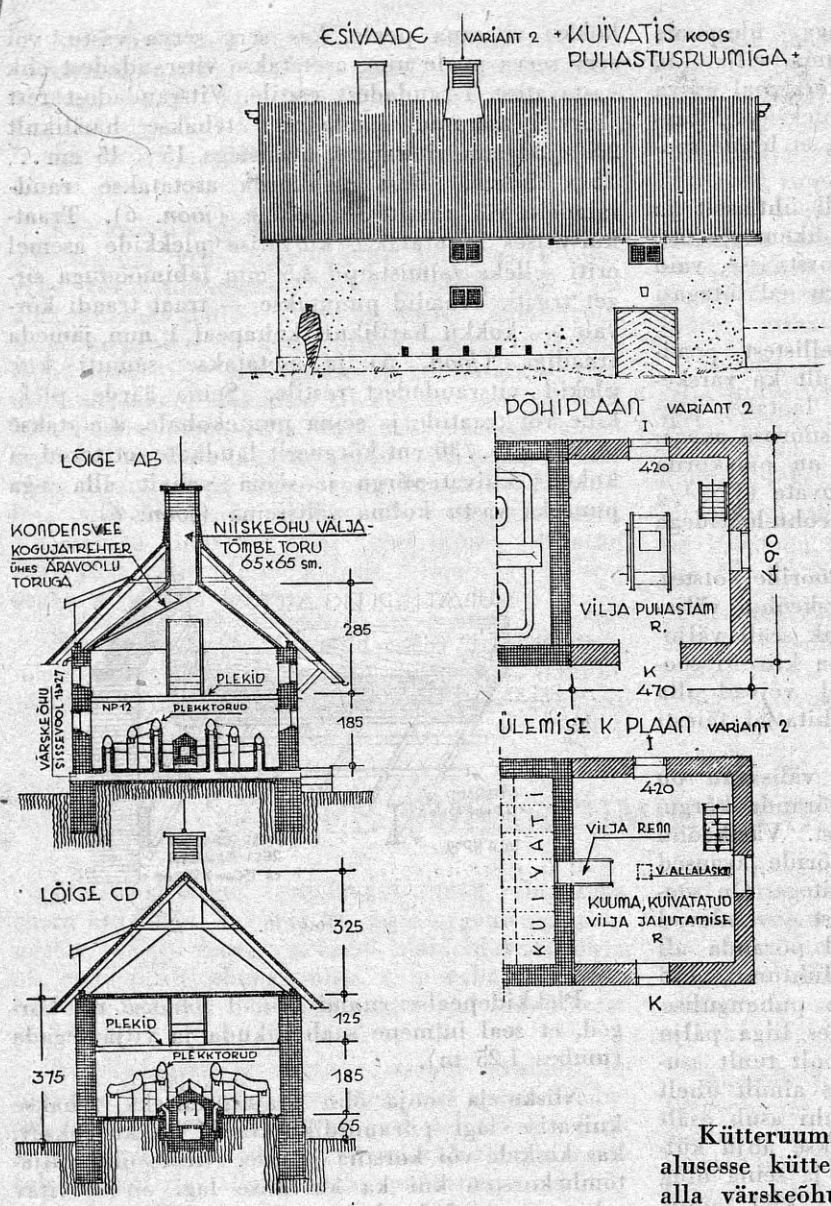
E2 26 33

EMSV TEAD. AKAD. raamatukogu

E2 147

Eesti NSV Teaduste Akadeemia Raamatukogu E

E2
T29



Joon. 2.

Joon. 3.

Kuivatis on soovitav ehitada koos vilja puhastamis- ja sortimisruumiga või aidaga. On aga talul ait või viljapuhastamisruum olemas, siis on kavandis ette nähtud kolm ehitamise võimalust: 1) ainult kuivatise ehitus (koos kütteruumiga), 2) kuivatis koos aidaga (*joon. 1*) ja 3) kuivatis koos puhastamisruumiga (*joon. 3*).

Kuivatise juures asuv kütteruum on nähtud ette kuivatise ahju kütmiseks ja küttematerjali hoidmiseks. Et kuivatise kütte- ja suitsulõõridele anda korstna suunas vajalikku tõusu (1 : 15 — 1 : 20), on soovitav, et ahju suu asuks võimalikult kütteruumi põranda lähedal, või isegi allpool põrandapinda (*joon. 1*, lõige *EF*). Ahi tehakse tellistest ja tuharestiga, mille all asub tuhaauk. Ahju suu olgu vähemalt 14 tolli lai ja 12 tolli kõrge ning olgu varustatud uksega, mis küdemise ajal hoitakse kinni.

Kütteruumist viivad uksed kuivatise plekkidealusesse kütte- ja suitsulõõride ruumi. Põranda alla värskeõhu juurdevoolu lõõride asetamiseks ja küttelõõrile korstna suunas vajaliku tõusu andmiseks on ruumi savipõrand asetatud 65 cm võrra välispinnast kõrgemale. Kuna ahjust väljuvad suitsugaasid veel liiga tulised on, siis tehakse ahjust väljuv suitsu- ehk küttelõõr kuni vastasseinani tellistest. Lõõri läbimõõt on 1×1 tellist ning seinte paksus $^1/_2$ tellist. Nii ahju kui ka küttelõõri pealispind tuleb teha katusekujuline, pealt terava harjaga, et kuivatise restidelt allakukkuv kuiv tolm sealt maha valguks. Et anda küttelõõrile vajalikku tõusu ja suurendada küttepinda, on lõõr asetatud tellistest kandepostidele (*joon. 1*, lõige *EF*). Kivist lõõris annab suits osa soojust lõõri seintele ära ja on selle lõpus niivõrd jahtunud, et seda võib juhtida kahele poole hargneva plekist suitsutoru kaudu. (Vähemates kuivatistes võib kuivatise ahi ühes küttelõõriga asuda ka seina ääres ja plekist suitsutoru väljuda küttelõõrist ainult ühes suunas). Plekist suitsutorud keevitatakse kokku harilikust mustast raudplekist (laiusega 1 arss.). Toru läbilõige olgu

munakujuline — terava servaga ülespoole (*joon. 2*), et sinna ei jääks peatuma viljatolm, mis kergesti võib süttida. Kõige kõrgemal asuva plekist suitsutoru ja viljakuivatuspleki või traatide vahe olgu vähemalt $1^1/_2$ jalga, et liigne soojus ei hakkaks vilja kõrvetama.

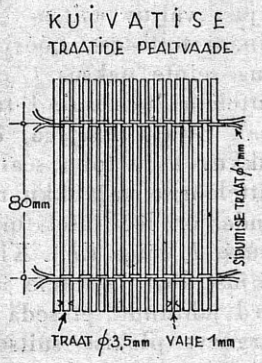
Et jaotada soojust plekkide all ühtlaselt ja saada suitsugaasidelt võimalikult rohkem soojust, ei lasta plekist suitsutoru otse korstnasse, vaid pikendatakse suitsu teekonda toru edasi-tagasi keeramise teel (*joon. 1*).

Plekist suitsutorud toetuvad tellistest postidele. Viimaseid kasutatakse harilikult ka värskeõhu juurdevoolu lõõridena. Selleks laotakse postid serviti tellistest $^1/_2 \times {}^1/_2$ kivi suuruse avaga. Kandepostide sees asuvad lõõrid on omakorda ühenduses kuivatise põranda all asuvate ($1 \times {}^1/_2$ kivi suuruse läbimõõduga) värskeõhu-lõõridega (*joon. 2*, lõige *AB*).

Eespoolmainitud kandepostide-lõõride otstes, plekktorude all, tehakse avad värskeõhu väljapääsemiseks, nii et külm värske õhk sealt väljudes puutuks vastu kuuma plekki ja kiiresti soojeneks. Värskeõhulõõrid-kandepostid võivad olla ka plekist. Ka võivad nad olla ehitatud täiesti omaette, kandepostidest eraldi.

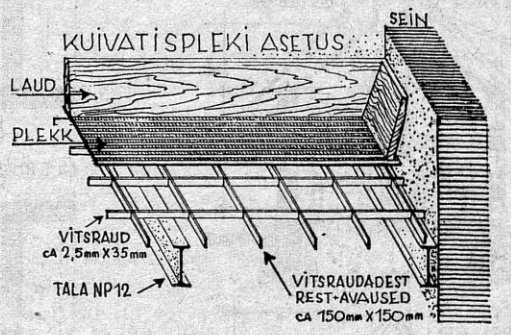
Põrandaaluste värskeõhulõõride välisavad on nähtud ette välisseintes kuivatise põranda kõrgusel; mõlemas külgseinas 5 avaust. Värskeõhu juurdevoolu reguleerimiseks on lõõride avaused varustatud puidust või plekist siibritega. On soovitav, et mõlemalt poolt välisseinast sissetulevad värskeõhu lõõrid oleksid omavahel põranda all ühendatud (*joon. 2*, lõige *AB*). Juhtumil, kui kuivatamise ajal tugeva ühepoolse puhanguline küljetuule tõttu ühelt poolt lõõrides liiga palju õhku sisse surutakse, võime pealtpoolt tuult asuvad siibrid sulgeda ja värsket õhku ainult ühelt poolt sisse lasta. Kuna kuivatise ahi asub osalt põranda ja maa sees, siis kasutatakse ahju külgede soojust ära sel viisil, et ahju ja seina ning põranda vahele jäetakse umbes $^1/_4$ kivi laiune õhuvahe, mille kaudu tõuseb kütteruumist värske õhk soojenedes üles plekkidealusesse ruumi (*joon. 2*, lõige *CD*).

Joon. 4.



Joon. 5.

Kuivatise plekkidesse, mille paksus on tavaliselt $1^1/_2$ mm, on stantsitud 1,5 mm × 20 mm avad 4 mm vahedega (*joon. 4*). Plekid needitakse kokku vitsraua peale, kas serv serva vastu, või serv serva peale ning asetatakse vitsraudadest ehk vastavatest T-raudadest restile. Vitsraudadest rest (serviti asetatud raudadest) tehakse harilikult 2,5 × 30 mm vitsrauast, avaustega 15 × 15 cm... 25 × 25 cm. Rest omakorda asetatakse raudtaladele või raudteeroobastele (*joon. 6*). Traatkuivatises kasutatakse kuivatise plekkide asemel eriti selleks valmistatud 3,5 mm läbimõõduga sirget traati. Traadid punutakse — traat traadi kõrvale — kokku harilikult kohapeal 1 mm jämeda traadiga (*joon. 5*) ja asetatakse samuti kui plekid vitsraudadest restile. Seina äärde, plekkide või traatide ja seina puutekohale, asetatakse umbes 20... 30 cm kõrguselt laudkate, et terad ei kukuks kuivatisvõrgu ja seina vahelt alla ega puutuks vastu külma välisseina (*joon. 6*).



Joon. 6.

Plekkidepealse ruumi seinad tehakse nii kõrged, et seal inimene saab liikuda ja vilja segada (umbes 1,25 m).

Niiske ja sooja õhu ärajuhtimiseks tehakse kuivatise lagi püramiidikujuliselt kokkujooksev, kas keskele või korstna juurde. Niiske õhu väljatõmbekorsten kui ka kuivatise lagi on soovitav teha punnitud laudadest ning isoleerida külma vastu (lage võib katta pealt savikihiga). Kuna niiske ja soe õhk väljatõmbetorus külma õhuga kokku puutudes veeldub, siis on vajalik väljatõmbetoru alla asetada plekist kondensvee-koguja trehter või pann, millele tilgub kondensvesi. Kondensvee kogujalt (*joon. 2*, lõige *AB*) juhitakse vesi plekist toruga räästa alla välja.

Plekkidel on tarvis vilja korduvalt segada, et kuivamine kiireneks ja vili ei läheks plekkidel liiga kuumaks. Tähtis on ka, et kuum vili võiks õhu käes jahtuda, kusjuures ta veelgi niiskust kaotab. Vili on küllalt kuiv, kui ta sisaldab ligi 12% niiskust. Et mitte rikkuda seemnete idanemisvõimet, peab vilja kuivatama ettevaatlikult. Mida enam seeme sisaldab vett, seda tundlikum on ta kõrge temperatuuri vastu, sellepärast ei või kuivatamise algul vilja temperatuur olla üle 35... 40° C. Kuum veeaururikas õhk tuleb väljatõmbetoru kaudu kiiresti ära juhtida; selleks olgu väljatõmbetoru avaus umbes $^1/_{50}$ kuivatusresti pinnast.

Kuivatises saab kuivatada igasugust vilja ka väiksemal määral (õllelinnased), pannes vilja õhukese kihina kuivatusrestile. Kuivatada saab ka teisi vilju kui ka palju muud, nagu linavarsi, laudu, aedvilja, aedviljaseemet, gaasigeneraatori klotse jne.

Kui kuivatis on ehitatud koos aidaga *(joon. 1)*, siis toimub vilja kuivatamine järgmiselt: toorvilja kotid tõmmatakse vastava ploki abil (või aida kõrvale tehtud ülesõidu teelt) aida laele. Aida laepealne on siin ühtlasi toorvilja hoiu-, kuivatatud vilja jahutamise- ja puhastamise-ruumiks. Aidalaelt kuivatise plekkidele asetatud vili kärutatakse peale vilja kuivamist vastava laudadest kallakpinna kaudu tagasi aidalaele. Peale vilja jahtumist ja puhastamist lastakse vili aidalaes asuvate avade kaudu aita viljasalvedesse. Viljasalved aidas on kuni laeni kinni ehitatud ning vilja väljavõtmine salvest toimub salve ääres asuva viljaküna kaudu.

Kui kuivatis on ehitatud koos puhastusruumiga (*joon. 3*), siis toimub vilja kuivatamine järgmiselt: toorvilja hoiuruum asub — samuti kui aida juures — katuse korral, kust toorvili luugi kaudu kuivatise plekkidele lastakse. Peale vilja kuivamist aetakse vili vastava roobi või kühvli abil viljarenni kaudu puhastusruumi pealsesse vilja jahutusruumi (*joon. 3*, lõige *IK*). Mainitud ruum on 1,6 ... 1,8 m kõrge, nii et seal parajasti saab liikuda ja vilja segada. Peale vilja jahtumist lastakse vili jahutusruumi põranda sees olevast avast alla puhastusmasinasse. Vajaduse korral võib aida ehitada ka (variant 2 ehitusviisi juures) puhastusruumi kõrvale.

Selleks, et ka naabrimees saaks kuivatada oma vilja kuivatises, peremees aga soovitavaks ei pea teda oma aida peale lasta, on nähtud ette võimalus tõsta vili kütteruumi laele ja sealt luugi kaudu plekkidele.

Sama kuivatusviisi võib ajutiselt ka peremees ise kasutada, kui tal esialgu jõudu ei ole kuivatise juurde kohe aita või puhastusruumi ehitada.

Kuivatis ja ait on soovitav ehitada tulekindlast materjalist. Otstarbekohane on teha välisseinad serviti tellis- või betoonkividest kahe õhuvahega (Nopsa ehitusviis).

VEE PUHASTUMINE LOODUSES

Meie vajame igapäevast vett elamiseks enam kui leiba: koosneb ju meie organismgi peamiselt (85%) veest. Esimesi nõudeid vee kohta on, et ta peaks olema puhas, s. o. vaba värvusest, halvast lõhnast, reostusjälgedest ja kahjulikest pisikuist.

Emake-loodus on asjad niimoodi seadnud, et inimeste või loomade reostatud vesi vabas looduses jälle puhastub, isegi haigusi tekitavaist pisikuist vabaneb ja taas tarvitamiskõlvuliseks muutub. Vaatleme allpool seda puhastumise käiku veidi ligemalt.

Vesi pole kunagi täiesti puhas. Alati sisaldab ta gaase, lahundeid ja heljuvaid võõrosakesi, mis väga suuresti mõjutavad vee omadusi. Sageli sisaldab vesi ka veel elavaid organisme. Nende kaasabil toimubki reostatud vee puhastumine looduses ja taas-muutumine tarvitamiskõlvuliseks.

Vihmavesi on küllastatud õhuga ning sisaldab tolmu ja õhuelektri mõjul tekkinud lämmastikhapet, sageli ka suitsugaasidest võetud väävelhapet. Ta on aga vaba lahustunud mineraalidest: on pehme, nagu öeldakse, ja peseb ning vahustab hästi seepi.

Järvede ja jõgede vesi koosneb osaliselt vihmaveest, osalt maapinda mööda voolanud pinnaseveest ja osalt läbi allpinnase nõrgunud põhjaveest, mis suuremal hulgal sisaldab lahustunud mineraale. Maapind mõjutab väga suuresti temaga kokkupuutuvat vett. Maapinna pealmistes kihtides on alati looma- ja taimeriigi organismide jätteid ja tohutul arvul mikroskoopilisi üherakulisi taimeorganisme. Kõige arvukamad ja tähtsamad viimaseist on bakterid ja seened. Need organismid vajavad elamiseks niiskust ja sooja. Parajas soojas on nende tegevus kõige elavam: külmaga see vaibub ja osa organisme hukkub. Peale niiskuse ja sooja on neil aga tarvis veel toitu, milleks ongi taime- ja loomariigi jäätmed.

Enamik baktereid kuulub õ h u s - e l u l i s t e (aeroobsete) liiki, mis elamiseks vajavad hapnikku. Nad tarvitavad toiduks orgaanilisi (s. o. looma- ja taimeriigi päritoluga) aineid, mida nad hapniku abil hapendavad ja lammutavad süsihappegaasiks, lämmastikhappeks ja veeks. Soodsais oludes hapendavad need bakterid kogu kättesaadava orgaanilise aine. Selleks peab neil aga käepärast olema küllalt hapnikku, et seda jätkuks kogu toidu äratarvitamiseks.

Toorvee puhastamisel liivfiltreis kasutatakse aeroobseid baktereid. Puhastatav vesi voolab aeglaselt läbi 1 ... 1,5 m paksu liivakihi, kattes selle maa umbes 8 tunniga. Ülemiste kihtide liivaterakesed kattuvad sülditaolise bakterite kihiga ja see püüab kinni kõik vees h õ l j u v a d osakesed, mis siis langevad baktereile toiduks. Sama saatus ootab vees l a h u s t u n u d orgaanilisi aineid, mis püütakse kinni liivfiltri alumistes kihtides. Alt väljavoolav vesi on seetõttu puhtaks kurnatud savist ja kõigest muust hõljuvast kui ka lahustunud orgaanilisest ainest. Vesi on ühtlasi puhas ka baktereist, mis teekonnal nakkuvad liivateri katvale kilele. Vee korralikuks puhastumiseks on tarvis, et vool oleks aeglane ja et vees oleks enam kui küllalt hapnikku kõige toorvees leiduva orgaanilise aine hapendamiseks.

Pinnases ja ka maapinnal lahtiselt voolavas vees toimub puhastumine samal teel. Linnade ja asulate poolt reostatud jõevesi puhastab end voolates ise, samuti ka pinnasesse vajuvad reoveed. Kõik orgaaniline aine lammutub õhuseluliste bakterite toimel süsihappegaasiks, lämmastikhappeks ja veeks. Need on kõik vastiku lõhnata ained.

Peale õhuseluliste on aga olemas veel õhutu-elulisi (anaeroobseid) baktereid, mis toitumiseks ei vaja hapnikku, küll aga niiskust ja sooja. Kui pinnasesse või ka veekogusse tuleb orgaanilist ainet niivõrd palju, et ei jätku hapnikku nende hapendamiseks õhuseluliste bakterite toimel, siis võtavad ülekaalu õhutu-elulised. Need lammutavad toitaine metaaniks, vesinikuks ja väävelvesinikuks ning muudeks halva lõhnaga gaasideks. Ka enamik ohtlikke haiguste tekitajaid kuulub anaeroobsete liiki.

Õhutu-elulised bakterid töötavad nii lahtises looduses kui ka reovete puhastuse seadmeis. Kui nende töö tehtud, siis jätkavad ja lõpetavad selle jälle õhus-elulised bakterid, niipea kui juurde tuleb hapnikku. Asulate reovete puhastusseadmeis juhitakse esimestest mädanemiskaevudest (kus töötavad peamiselt anaeroobsed bakterid) läbi tulnud voolus üle õhustuskoskede, kus ta enesesse saaks võtta õhuhapnikku, või juhitakse lahtiselt voolavasse suuremasse veekokku, kus õhus-elulised bakterid lõpetavad puhastamistöö. Lõppsaadus on siis peagu värvitu, lõhnatu ja vaba lagunemata aineist ja ka ohtlikest baktereist. Sellise vee võib siis juba kartmatult lasta loodusse. Otse mädanemiskaevudest tulevat õhustamata voolust ei tohi suuremal hulgal lasta vähemasse veekokku, sest hapnikupuuduse tõttu surmaks see kalad ja muud hapnikku vajavad elavolendid.

Ka looduslikus pinnases, jõgedes ja järvedes võib reovete puhastumine toimuda kahes järgus, kui õhus-elulised bakterid hapnikupuuduse tõttu tööga üksi toime ei tule. Õhutu-elulistele bakteritele järgnevad aga ikka hapendavad bakterid. Need, nagu mainitud, muudavad orgaanilises aines leiduva süsiniku süsihappegaasiks (CO_2).

Pinnasesse valguv vesi, läbides pealmisi orgaanilisi aineid sisaldavaid kihte, muutub seetõttu CO_2-rikkamaks. Koos sellega tõuseb aga ka vee võime lahustada kivimeid.

Kaevu- ja alliakavesi. Maasse valguv pinnavesi võtab enesega pinnalt või ka mullakihilt kaasa lahustunud orgaanilisi aineid, mis pinnases hapenduvad bakterite toimel. Enamasti on meetri sügavusel kõik orgaanilised lisandid juba lõhutud ja vesi selle järeldusel muutunud süsihapperikkamaks. Seetõttu võib vesi lahustada hulga lupja ja magneesiumi ühendeid ja ka muid mineraale.

Voolates edasi läbi kruusa ja liiva kihtide, võib vesi jälle päevavalgele tulla kaevus või allikas. See vesi sisaldab aga palju enam mineraale kui pinnavesi. Lahustunud mineraalide koostis oleneb muidugi kivimeist, millest koosnesid läbitud kihid, ja ka vee süsihappesisaldusest. Baktereist ja orgaanilisist aineist peaks ta olema täiesti puhas. See aga pole alati kindel. Kahtlasemail juhtumeil tuleb seda aeg-ajalt kontrollida laboratoorse analüüsiga.

Pinnase sügavamad kihid on tavaliselt elutud. Siin puuduvad seega ka reostunud vee puhastamist toimetavad organismid. Reovesi, mis pinnasesse satub sügaval maa all asetsevatest lekkivatest reotorudest, käimlakastidest või puhastuskaevudest, võib seetõttu pinnases kaugele edasi voolata, ilma et ta täiesti hapenduks ja baktereist vabaneks. See manitsebki ettevaatusele, eriti veel paeses pinnases, kus vesi võib voolata mööda kaljupragusid ja urge.

Mõni kaevuvesi on algul puhas ja selge, kaotab aga õhu käes seistes selguse. See tuleb väljasadestuvast lubjast, mille lahustuvus väheneb, kui vesi õhu käes seistes osa oma süsihappegaasist välja hingab. Rauda sisaldav vesi annab õhuhapniku toimel pruunika sademe.

Reovesi, mis tuleb elamuist, sisaldab väljaheiteid ja pesuruumide ja köökide jätteid. Suurem osa tahket ainet on reovees lahustunud olekus, vähem kui pool — heljuvas. Alati sisaldab reovesi kolibaktereid. Need bakterid elutsevad pärasooles ja erituvad tohutul arvul koos roojaga. Kolibakteri esinemine vees ongi tunnuseks, et vesi on reostatud väljaheidetega.

Allavalgumisel läbi mullakihi hävivad reovees leiduvad pisikud väga kiiresti: tavaliselt ühe (harva paari) meetri pikkusel teekonnal. Seda ei saa aga öelda mööda maapinda edasiuhtuva reovee kohta. Siin ei piisa isegi paaristkümnest meetrist. Seepärast ongi tähtis, et joogivee kaev asetseks kõrgemal kui käimla ja oleks hoolikalt kaitstud pinnavee sissevalgumise eest.

Vees leiduv lubi ühineb seebiga, muutes selle veeslahustamatuks lubjaseebiks, ja seega raskendab pesemist ning suurendab seebi kulu. Tekkinud lubjaseep eritub lumetaoliste helvetena, mis kinni jäävad pestava riide kiududesse ja eriti kõva vee puhul segada võivad reovete puhastusseadmete tööd. Lubjarikas vesi teeb pesemisel naha karedaks, on joogiveena vähem maitsev ja on halb veel seetõttu, et lubi võib sadestuda veetorude seintele, takistades ja lõppeks täiesti sulgedes vee voolu. Lubja sadestumist on eriti oodata ja karta torudes, kus vesi soojeneb.

Ehitamisel tarvitatava vee kohta on peamiseks nõudeks, et ta oleks puhas, eriti puhas orgaanilistest hapetest, mis halvavad tsemendi tugevust. Seisev soovesi on seetõttu betooni valmistamiseks kõlbmatu. Soolane merevesi võib panna terassarruse roostetama ja on seetõttu sardbetoonis lubamatu. Sarrustamata betoonis on ta ohutu, kuid mittesoovitav. Üldiselt, kui vesi on joodav, siis pole kahtlust tema kõlvulisuses betooni ja laastide valmistamiseks.

L. J.

GAASLAHENDUSE LAMPIDEST

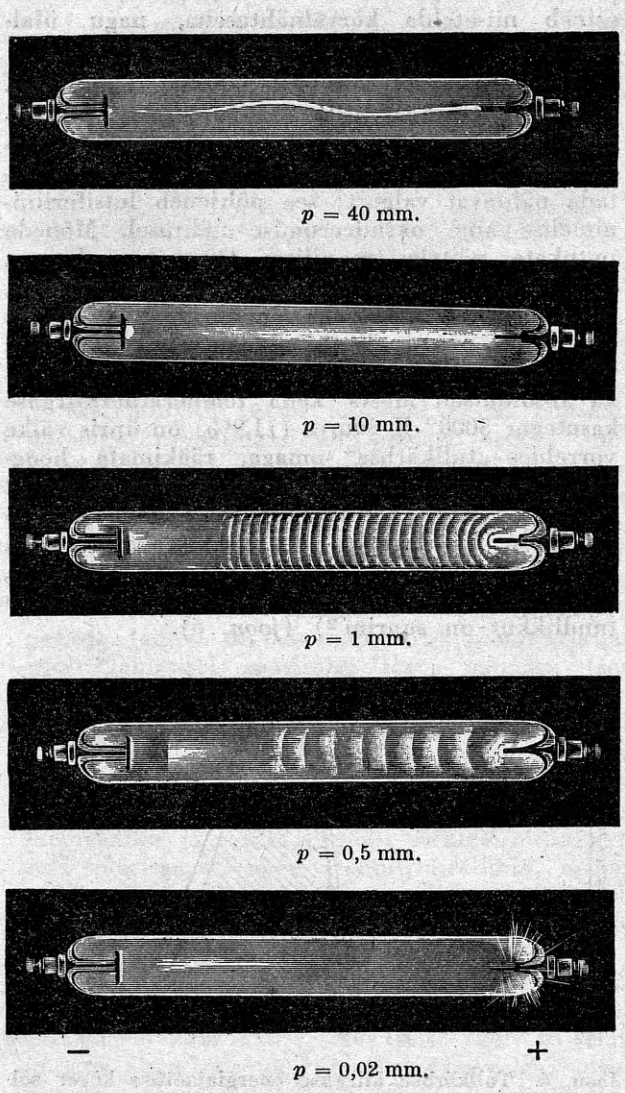
H. R. WÕRK

Nüüdisajal kasutatakse elektervalgustuse allikaks peamiselt hõõglampi. Kui jätta kõrvale kaar- ehk leeklambid, mida varem kasutati tänavavalgustuseks suurlinnades ja nüüd ainult eriotstarbeks, näiteks helgiheitjates, valguskopeerimise või kinoprojektsioon-aparaatides, siis kuni käesoleva sajandi alguseni ei olnud hõõglambil üldse tõsist võistlejat.

Nagu kirjeldatud artiklis „Inimsilm ja elektervalgustus“ [1]), on hõõglambid temperatuurkiirgusel põhjenevad valgusallikad. Rööbiti temperatuurkiirguse seaduste avastamisega ja hõõglampide arendamisega toimus ka nn. *luminiştsentskiirguse* uurimine, mis tekib elektrivoolu juhtimisel läbi gaasi ehk elektrilahendusest gaasis või teiste sõnadega gaasiaatomite ja -molekulide ergutamisest elektronide põrgete abil, kuna paljud teadlased lootsid sel teel kiiremini jõuda eesmärgile — saavutada võimalikult parema kasuteguriga päevavalgusele sarnanevat valgusenergiat.

Elektrilahenduse demonstreerimiseks tarvitatakse sageli klaastoru, millest võib õhku või muud sinna asetatud gaasi välja pumbata soovitava hõrenduseni. Toru otstesse on vaakuumikindlalt joodetud metallist, tavaliselt alumiiniumist elektroodid. Kui juhtida toru elektroodidele mõne tuhande voldine elektripinge, pole normaalse õhurõhu puhul märgata elektri läbimist torust. Kui hõrendada selles torus olevat gaasi rõhumiseni u. 40 mm elavhõbeda (Hg) sammast ehk 40 torri (u. $^1/_{20}$ atmosfääri), siis hakkab torus olev gaas elektrit juhtima ja selles tekib peen helendav niit (*joon. 1*). Rõhumise vähendamisel laieneb helendus (*joon. 2*). Teataval gaasihõrendusel, tavaliselt 2 ... 4 mm Hg sammast, täidab valgussammas peagu tervet toru ja valguskiirgus on kõige intensiivsem. Umbes 1 mm rõhul võtab see positiivsest elektroodist ehk anoodist väljuv valgussammas sageli kihilise kuju (*joon. 3*), kihtide õõnsa külje olles pööratud anoodi poole. Rõhumise vähenedes tõmbub positiivne sammas kokku (*joon. 4*), kuna negatiivsel elektroodil ehk katoodil järjest suureneb sealt väljuv huumlahenduse kiht, mis u. 0,1 mm survel ulatab peagu anoodini. Rõhul alla 0,02 mm (*joon. 5*) kaob ka negatiivne huumlahendus ja katoodist väljuvad nähtamatud „katoodkiired“, mis pole midagi muud, kui sirgjooneliselt liikuvad elektronid.

Juba alates läinud sajandi keskpaigast valmistas klaasipuhuja H. Geissler Bonnis prof. Plücker'i näpunäiteil klaastorusid, mis olid varustatud elektroodidega ja täidetud hõrendatud gaasiga, mis kiirgasid mitmesuguse värvusega valgust, sõltuvalt täitegaasi koosseisust, kui neist juhiti läbi kõrgepingelist elektrivoolu, mis oli saadud näiteks Ruhmkorffi induktoriga. Inglismaal uuris läinud sajandi teisel poolel elektrilahendust hõrendatud gaasis prof. Sir William Crookes, kes selleks kasutas eriti suurt hõrendust ja tugevat induktorit. Geissleri või Crookes'i torusid näidatakse veel nüüdisajalgi füüsikaõpetuse tundides ja need on lihtsaimaiks luminiştsentskiirguse allikaiks.



Joon. 1 ... 5, **Elektrilahendus õhus vähendatud rõhul.**

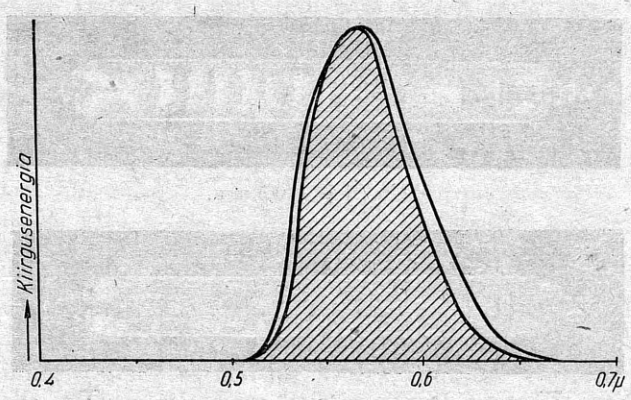
1901. aastal ehitas Peter Cooper Hewitt Ameerika Ühendriikides elavhõbeauru lambi u. 70 cm pikkusega ja u. 2,5 cm läbimõõduga suletud klaastorust, elavhõbedast katoodi ja rauast anoodiga, millest juhiti läbi alalist elektrivoolu. See oli esimeseks praktiliseks gaaslahenduse lambiks. Ta valguse viljakus ületas kaarlambi oma ja ta eluiga oli vähemalt 2000 tundi, mõnikord koguni kuni 30 000 tundi. Kuid uuel valgusallikal oli siiski suur puudus — ta ei andnud valget, vaid sinakas-rohekat kiirgust, millise

[1]) „Tehnika Kuukiri“ 1944 nr. 2/3 (6/7).

valgusega oli võimatu eristada värvusi, nagu seda oldi harjunud tegema loomuliku valgusega. Sellegipärast võeti Cooper Hewitt'i lambid laialdaselt tarvitusele säärastes tööstustes, kus värvuse eristamine pole tähtis.

Cooper-Hewitt'i elavhõbeauru lamp näitas, et on võimalik saada intensiivset valgust ilma suure kuumuseta — selle lambi sisemuses oli helendava gaasisamba temperatuur ainult mõnisada Celsiuse kraadi. On olemas luministsentskiirgusi, kus üldse ei esine nimetamisväärset temperatuuri tõusu, näiteks huumlampides, või see esineb nii-ütelda kõrvalnähtusena, nagu ülalnimetatud elavhõbeauru torus.

Luministsentskiirgus võib tekkida ka keemiliste reaktsioonide, eriti oksüdeerumise protsesside kulgemisel. Mõned elavolendid, näiteks jaanimardikad (nn. jaaniussid) võivad samuti tekitada nähtavat valgust; see põhjeneb lutsiferiininimelise aine oksüdeerumise nähtusel. Mõnede putukate, näiteks troopilises Ameerikas elutseva „tulikärbse" helendav organ kiirgab valgust, mille visuaalne kasutegur on üle 80%. Näib, et loodus on peagu täiuslikult lahendanud valguse tekitamise probleemi, eriti kui võtta arvesse, et ka absoluutselt musta keha temperatuurkiirguse kasutegur 5000° K juures (11,9%) on üpris väike võrreldes „tulikärbse" omaga, rääkimata hõõglampidest, millede visuaalne kasutegur on ainult 2...3%. Kuid absoluutselt must keha kiirgab 11,9%-ise kasuteguriga valget valgust, kuna tulikärbse valgus on kollakas-rohelise värvusega, mis hõlmab vaid laineala 0,5...0,65μ, kus silma tundlikkus on suurim [2]) (*joon. 6*).



Joon. 6. Tulikärbse kiirguse energiajaotuse kõver sõltuvalt lainepikkusest. Viirutatud pindala kujutab inimsilma poolt tajutavat kiirgusenergia osa.

Luministsents-kiirguse kohta ei tunta veel säärast füüsikaliste seaduste süsteemi nagu temperatuurkiirguse juures, kuigi paljusid asjaolusid on selgunud viimasel ajal. Seepärast pole praegu veel võimalik täpselt öelda, missugune on luministsents-kiirgusega saavutatav maksimaalne kasutegur.

[2]) Võrdle *joon. 4* ülalnimetatud artiklis „Inimsilm ja elektervalgustus".

Gaaslahenduse füüsikalised alused.

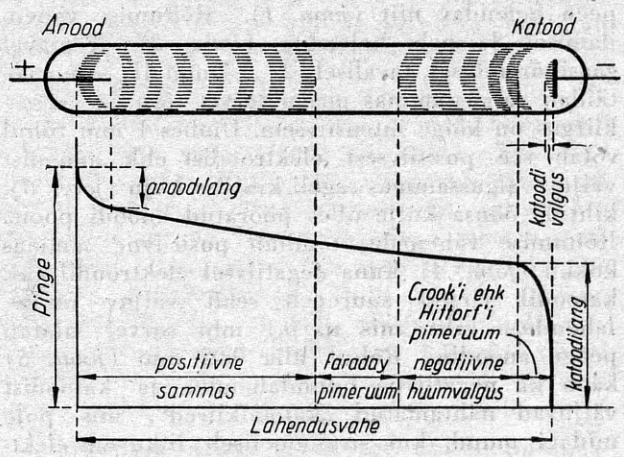
Elektrijuhtivuse eeltingimuseks gaasis on mõnede vabade elektronide olemasolu. See tingimus on tavaliselt täidetud, sest juba raadioaktiivsete ainete olemasolu tõttu maapinnases on õhu igas kuupsentimeetris ikka mõni vaba elektron.

Pinge mõjul hakkavad gaasis olevad vabad elektronid rändama anoodi poole. Seejuures põrkavad elektronid gaasiaatomite vastu. Kui elektronide kiirus on suhteliselt väike, toimub elastne kokkupõrge — elektron liigub muutunud sihis edasi — ning tekib gaasi vaevaltmärgatav soojenemine (temperatuuri tõus).

Kui elektronil on suurema pinge või, täpsemalt väljendatud, suurema elektrivälja tugevuse tõttu säärane kiirus, et kokkupõrkel tekib gaasiaatomi energiasisalduse muutus, mis pole küll stabiilne, mille tagajärjel aga gaasiaatom on võimeline andma saadud energiaosa ära elektromagnetilise laine näol, — tekib gaasi temperatuuri tõus ja kiirgus, tihti ka nähtav valguskiirgus (nn. vaikne lahendus).

Kolmas juhtum: elektroni kiirus on nii suur, et kokkupõrkel lüüakse gaasiaatomi koosseisust üks elektron välja; seega suureneb vabade elektronide arv gaaslahenduse torus. Järelejäänud gaasiaatomi osa on nüüd juba positiivne ioon; elektrivälja toimel hakkab see nüüd rändama miinuselektroodi ehk katoodi poole.

Viimasena kirjeldatud juhtum, mis kujutab tõukeionisatsiooni, ongi vajalik, et saavutada gaaslahendust — alles nüüd võib tekkida elektronide ja ioonide „laviin". Elektronid, olles ioonidest palju väiksema massiga, rändavad palju kiiremini kui ioonid. Seepärast tekib elektroodide vahel positiivne ruumilaeng, mis tingib suure pingelangu katoodil (katoodilang, *joon. 7*).



Joon. 7. Gaaslahenduse skeem ja pingelang elektroodide vahel.

Elektripinget suurendades rühib positiivne ruumilaeng ikka lähemale katoodile ja lõppeks langevad ioonid teatava kiirusega katoodile. Sellise ioonide „pommitamise" tagajärjel vabanevad või õigemini lõhutakse välja aatomeist, millest on moodustatud katood, uued elektronid ja elektriline lahendus ei sõltu enam üksi gaasi ruumalas olnud elektronide arvust, vaid lahendus tekitab

ise uusi vabu elektrone — toru on „süttinud" (vaikne lahendus on muutunud **huumlahenduseks**.

Suurema laengukandjate (elektronide ja ioonide) arvu tõttu kasvab järk-järgult voolutugevus ja anoodi pommitamine elektronide ning katoodi pommitamine ioonide poolt põhjustab elektroodide märgatavat soojenemist. Eriti tugevasti soojeneb katood, missugune asjaolu omakorda suurendab elektroonide eritumist ehk **emissiooni**. Kui katoodi emissioon on nii suureks kasvanud, et sellest jätkub leegi säilitamiseks, läheb huumvalgus üle Volta kaareks.

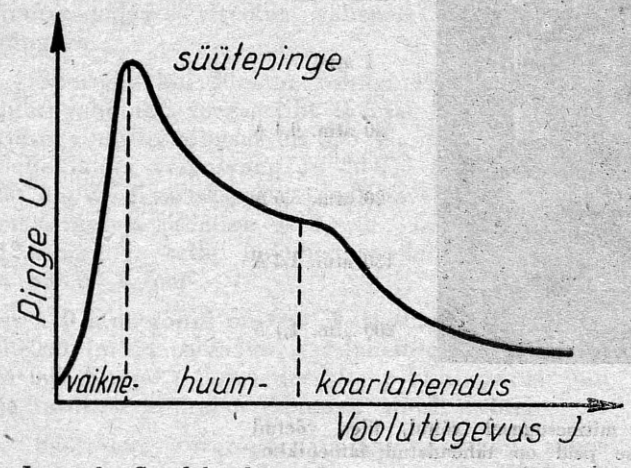
Elektrilahenduse pinge-voolu karakteristik on näidatud *joonisel 8*. Sellest nähtub, et huum- ja kaarlahenduse piirkonnas on elektrilahendustoru langeva karakteristikuga: voolu suurenedes langeb pinge. Tavalises takistuses aga pinge või pingelang on võrdeline vooluga. Et gaaslahendus püsiks stabiilsena, tuleb iga gaaslahendustoru ette lülitada kas oomiline või induktiivne takistus.

Huumlampidest ja helendavatest torudest.

Huumlampides kasutatakse elektrilahenduse negatiivset sammast (negatiivset huumvalgust). Sobiva gaasi valikul, võttes näiteks väärisgaasidest u. 75% neooni ja u. 25% heeliumi, on võimalik u. 15 torri rõhul ja elektroodide lähendamisel mõne millimeetrini ehitada huumlampe nii alalis- kui ka vahelduvvoolule, mis „põlevad" juba paarisaja voldise pingega (*joon. 9*).

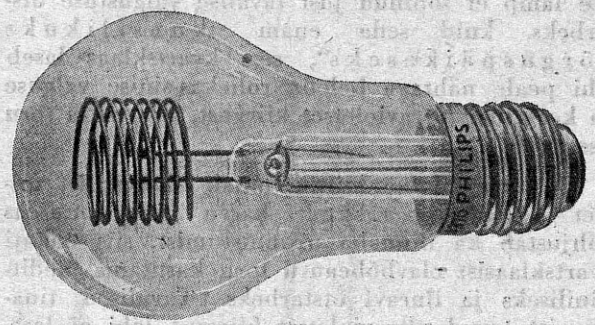
Kui raudelektroodid katta ainega, mis tugevasti eritab elektrone, näiteks baariumiga, siis väheneb veelgi katoodilang ja süütepinge ning huumlampi võib kasutada ka 110-voldise pingega.

Huumlambi stabiilseks tööks vajalik eeltakistus, mille suurus 220 V juures on u. 5000 Ω ja 110 V juures u. 1500 Ω, on tavaliselt paigutatud lambi soklisse. Voolutugevus on alalisvooluga u. 20 mA, vahelduvvooluga — u. 30 mA. Säärase lambi valgusvoog on u. 1 luumen. Sellist nõrka valgusallikat saab vaevalt kasutada üldvalgustuseks, kuid teatavail juhtumeil, näiteks öövalgustuseks haiglas või lastetoas kui ka signaal-lambina on nõrk valgustus soovitav ja küllaldane. Olgu tähendatud, et hõõglampi pole majanduslikult võimalik ehitada 220 V puhul nii väikese valgusvoo ega ka nii väikese võimsustarvitusega. Huumlambi valguse viljakus on siiski vilets — kõigest 0,15 ... 0,5 lm/W, sest suur osa elektrienergiast muundub eeltakistuses soojuseks.



Joon. 8. Gaaslahenduse pinge-voolu karakteristik.

Huumlambi valguse värvus on oranž kuni punane, sõltuvalt täitegaasist. Lambi heledus on väike: u. 0,02 rahvusvahelist uut küünalt ruutsentimeetrile (K/cm²). Et ainult lambi katood on kaetud huumvalgusega, siis kasutatakse huumlampi, andes elektroodidele sobiv kuju, ka pooluse määrajana või — vahelduvvoolu puhul — stroboskoop-lambina.



Joon. 9. Huumlamp pingele 220 V.

Helendavad torud töötavad samal põhimõttel nagu eespoolmainitud Geissleri torud — neis kasutatakse elektrilahenduse **positiivset** sammast, mis tekib raud- või grafiitelektroodide vahel. Varematel aegadel oli tarvitusel nn. **Moore'i valgus**. Selle saavutamiseks kasutati pikki u. 40 mm läbimõõduga klaastorusid, mis olid täidetud hõrendatud lämmastiku- või süsihappegaasiga (rõhul u. 0,5 torri). Et pikemaajalisel voolu läbimisel gaasirõhk torus väheneb (sest gaas ühines klaasi või elektroodidega), siis rõhu säilitamiseks kasutati Mc. Farlan Moore'i poolt 1904. a. leiutatud ventiili, mis aeg-ajalt laskis toru sisemusse väikese annuse täitegaasi.

Nüüdisaegseis helendavais torudes kasutatakse lämmastiku ja süsihappegaasi asemel mitmesuguseid väärisgaase, nagu argonit, heeliumi, neooni või ka nende gaaside segu. Gaasi juurdevool pole enam vajalik, sest väärisgaasid ei absorbeeru; seega jääb ära ka keeruline Moore'i ventiil.

Helendavate torude värvus sõltub peamiselt täitegaasist ja klaasi värvusest: neoon põhjustab punakas-oranž värvuse; kui torus on ka elavhõbeda auru, siis on värvus sinakas-valge; pruunis või tumerohelises torus annab neooni ja elavhõbeda auru segu rohelise värvusega valguse. Heelium annab kollakas-roosa värvuse, argon — helesinise. Nii on võimalik helendavate torudega saavutada väga efektset valgustusreklaami, mida võis rahuajal näha ka meie suuremais linnades.

Helendavate torude valguse viljakus on suhteliselt suur: 12 ... 18 lm/W. Seejuures on torude heledus küllalt madal (u. 0,5 K/cm²), mis ei põhjusta pimestumist. Reklaamiotstarbeks on helendavad torud sobivamad kui hõõglambid. Nende intensiivne värviline valgus äratab tähelepanu, eluiga on pikem ja elektrienergia kulu on väiksem kui hõõglampidel.

Elavhõbeauru lambid.

1907. aastal õnnestus dr. K ü c k'il Saksamaal saavutada elavhõbeauru lambiga veel suuremat valguse viljakust, kui seda saavutas Cooper Hewitt. Järjest tugevama elektrivoolu juhtimisel läbi toru tõusis selles temperatuur ja rõhk, nii et tavaline klaas enam ei pidanud vastu ning toru tuli teha kvartsklaasist, mis sulab alles u. 2000° C juures ja talub pealegi järsku temperatuuri muutust. Kück'i elavhõbeauru lambi sisemuses oli selle „põlemisel" u. ühe atmosfääri suurune rõhk. See lamp ei sobinud just tavalise valgustuse otstarbeks, kuid seda enam „k u n s t l i k u k s k õ r g u s p ä i k e s e k s", sest kvartsklaas laseb läbi peale nähtava heleda rohekas-sinise valguse ka keemilist ultravioletset kiirgust, mis tekib toru sisemuses.

Et ultravioletne kiirgus omab bioloogilist toimet ja mõjustab rakkude kasvu ning muuseas põhjustab ka ihunaha pruunistumist, siis hakati kvartsklaasist elavhõbeauru toru kasutama meditsiiniliseks ja iluravi otstarbeks. Tavalised tinaklaasist torud ultravioletset kiirgust läbi ei lase. Algul vajati ka Kück'i lambi toiteks alalisvoolu, kuid hiljem õpiti ehitama kaheharalisi lampe vahelduvvoolule.

Olgu tähendatud, et ka kõik elavhõbeauru lambid vajavad stabiilseks töötamiseks eeltakistust (alalisvooluga), ettelülitatud paispooli või suure puistega trafot (vahelduvvooluga), milles paratamatult osa elektrienergiat kasutult muutub soojuseks.

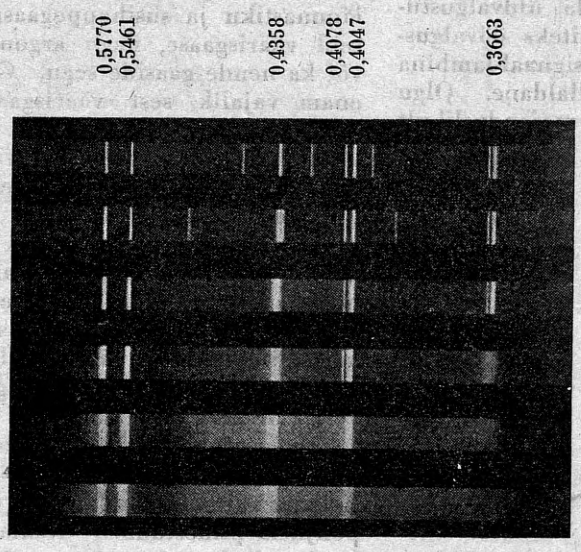
Viimasel aastakümnel gaaslahenduse lampide areng on teinud suuri edusamme. Suurendades rõhku elavhõbeauru lampides saadi järjest suuremat valguse viljakust ja peale monokromaatilise (võrdse lainepikkusega) kiirguse veel pideva spektriga kiirgust, mis tunduvalt parandas lambi valguse koosseisu.

Joonisel 10 on toodud elavhõbeauru spekter mitmesugusel rõhul, ülesvõetud pankromaatilisel (punasetundlikul) fotoplaadil. Tõusva rõhuga või samal rõhul suurema voolutugevusega muutuvad spektraaljooned üldiselt laiemaks ja lisaks sellele tekib pideva lainepikkusega tagapõhi; lühema lainepikkusega spektraaljooned lähevad nõrgemaks, suurema lainepikkusega — tugevamaks. Suurema rõhuga annab elavhõbeauru lamp seega loomulikule valgusele rohkem sarnanevat valgust kui madalrõhu lamp, mis omab katkendlikku spektrit ainult mõne intensiivse ribaga.

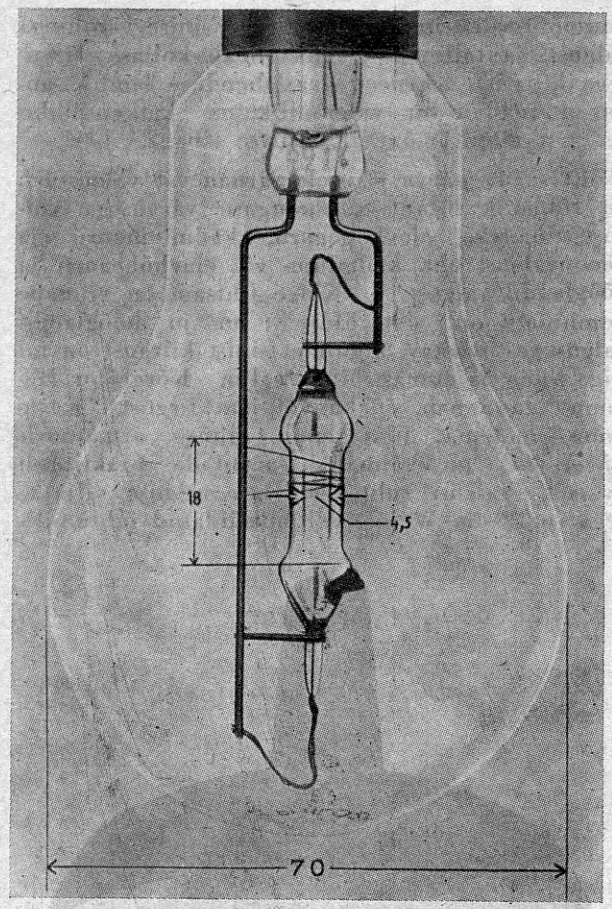
Joonisel 10 ülalt kolmandas reas kujutatud spektrit omab 20 atm. rõhuga lamp, nagu see ehitati 1936. a. Philipsi tehastes Hollandis ja mis on näidatud *joonisel 11.* Otstest kinnine raudelektroodidega kvartsklaasist toruke on paigutatud tavalise sama võimsusega hõõglambi pirni, mis parema jahutuse otstarbel on täidetud mingisuguse gaasiga. See lamp tarvitab 75 vatti, kuid vajalikus trafos tekib veel 15 vatti energiakulu. Lambi valgusvoog on 3000 luumenit, nii et terve seadise valguse viljakus on u. 33 lm/W.

Süütamisel ei arenda nimetatud lamp, nagu teisedki kõrgrõhu elavhõbeauru (Hg-)lambid, kohe oma täit valgusvoogu (nagu seda oleme harjunud nägema hõõglampide juures), vaid alles 5 . . . 7 minutit hiljem. Sisselülitamisel on voolutugevus normaalsest u. 50% suurem, kuid see langeb järk-järgult normaalse tasemeni. Ettelülitatud puistetrafo tõttu on seadise võimsustegur u. 0,55.

Joonisel 12 on näidatud kirjeldatud lambi kiirgusenergia jaotus nähtavas spektriosas. Ka see joonis näitab, et juba 20 atm. rõhul annab elav-



Joon. 10. Elavhõbeauru spekter mitmesugusel rõhul, üles võetud pankromaatilisel fotoplaadil. Joonise peal on tähendatud lainepikkus mikronites (μ) = 0,001 mm.



Joon. 11. Kõrgrõhu elavhõbeauru lamp „Philora" HP 300 u. loomulikus suuruses (75 W, 3000 luumenit).

hõbeauru lamp peale tavalise sinakas-rohelise ka kollase ja teataval määral ka punase värvusega valgust. Viimasel ajal on õnnestunud veelgi parandada kõrgrõhu Hg-lambi valguse koosseisu. Siiski on lahkuminek päevavalgusega ja ka hõõglambi valgusega võrreldes veel väga suur.

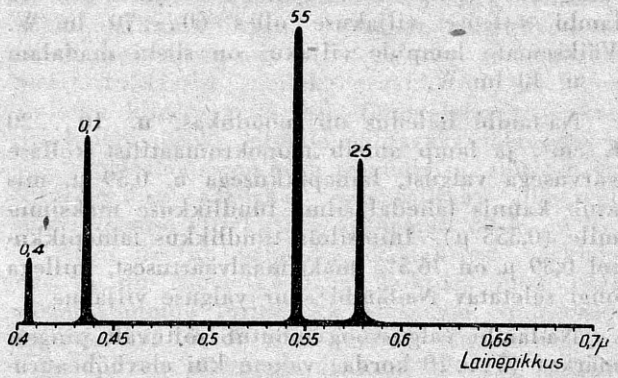
Kõrgrõhu Hg-lambi eluiga on keskmiselt u. 2000 tundi, mille vältel valgusvoog väheneb u. 25% võrra. Võrgupinge vähenemisel 10% võrra väheneb lambi valgusvoog 25...33% võrra, kusjuures valguse viljakus väheneb u. võrdleliselt pingega.

Suurema kui 20 atm. rõhuga Hg-lampe tuleb juba jahutada veega. Üht säärast lampi 75 atm. rõhuga, mille võimsus on 500 W, näitab *joon. 13.* Selle lambi valgusvoog on 30 000 lm ja viljakus 60 lm/W. Kvartsklaasist torukese väline läbimõõt on 6 mm ja sisemine — 2 mm. Leegi pikkus on 12,5 mm ja selle heledus gaaslahenduse teljel = 33 000 K/cm^2.

120 atm. rõhul on 800 W Hg-lambi valgusvoog 50 000 lm ja heledus gaaslahenduse teljel üle 90 000 K/cm^2. Gaaslahenduse pikkus on 10 mm ja torukese sisemine läbimõõt ainult 1 mm.

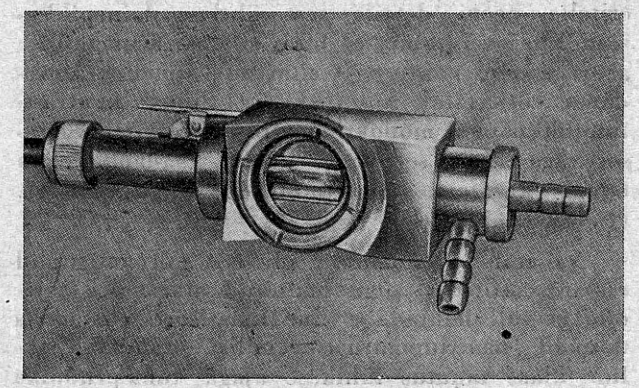
Sääraseid kõrgrõhu Hg-lampe nende suure heleduse tõttu on sobiv kasutada näiteks helgiheitjais, kus nõutakse suurt valgustugevust väikese valgusallika pinna juures, kui ka juhtumeil, kus varem kasutati kaarleeki.

Katseliselt on ehitatud Hg-lampe rõhuga kuni 200 atm.[3]). Säärase 1400-vatise lambi heledus on u. 180 000 K/cm^2, s. o. suurem kui päikese heledus seniidil, mida hinnatakse 100 000...150 000 K/cm^2 peale. Selle lambi valguse viljakus on 78 lm/W. Elavhõbeauru temperatuur on lambi „põlemisel" u. 8600° C, seega kõrgem kui päikese pinnal, mida hinnatakse u. 6000° C peale.



Joon. 12. Elavhõbeauru lambi kiirgusenergia jaotus u. 20 atm. rõhul nähtavas spektri osas. Arvud intensiivsuskõvera tippudel näitavad vastavate spektraaljoonte protsentuaalset osa üldisest valgusvoost.

Sellest lühikesest ülevaatest nähtub, et ülikõrge rõhuga Hg-lampide valguse viljakus ehk visuaalne kasutegur on hästi võrreldav maksimaalsete andmetega, mis on võimalik saavutada



Joon. 13. Ülikõrgrõhu elavhõbauru lamp vesijahutuse armatuuriga. (Philips SP 500 W, 500 W, 75 atm. 30 000 lm).

temperatuurkiirgusega. Siiski ei moodusta Hg-lambid praegusel kujul veel ideaalset valgusallikat, kuna nende kiirguse iseloom läheb veel palju lahku loomulikust valgusest.

---

[3]) *Philips' Technische Rundschau* 1936, lk. 2.

Naatriumauru lambid.

Väga suurt valguse viljakust on viimasel kümnel aastal saavutatud ka naatriumauru (Na-)lambiga. Vastandina Hg-lambile saavutatakse Na-lambiga suurimat kasutegurit just madala rõhuga ja suhteliselt madalal temperatuuril, mis peab olema siiski nii kõrge, et metalline naatrium muutuks auruks. Et toa või välisõhu temperatuuril naatriumi auruõhk on nii madal, et elektrilahendust ei teki, siis lisatakse Na-lambi sisemusse veidi mõnda väärisgaasi, näiteks neooni, mis võimaldab lambi süütamist. 100-vatise Na-lambi auru temperatuur „põlemisel" on u. 300° C, lambi valguse viljakuse olles 60...70 lm/W. Väiksemate lampide viljakus on siiski madalam — u. 40 lm/W.

Na-lambi heledus on mõõdukas, u. 10...20 K/cm², ja lamp annab monokromaatilist kollase värvusega valgust, lainepikkusega u. 0,59 μ, mis asub kaunis lähedal silma tundlikkuse maksimumile (0,555 μ). Inimsilma tundlikkus lainepikkusel 0,59 μ on 76,5% maksimaalväärtusest, millega ongi seletatav Na-lambi suur valguse viljakus.

Na-lambi valgusvoog muutub sõltuvalt pingest märksa (5...10 korda) vähem kui elavhõbeauru- või hõõglambil. Na-lamp vajab 10...15 minutit, et arendada oma täit valgusvoogu, voolutugevuse olles alguses 10...20% väiksem nimivoolust. Lambi eluiga on keskmiselt 3000 tundi. Na-lamp vajab samuti nagu iga teine gaaslahenduse lamp eeltakistust, ettelülitatud paispooli või suure puistega trafot.

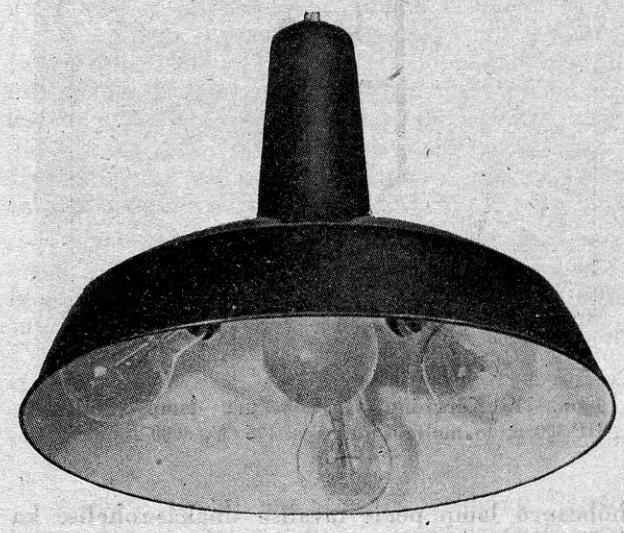
Monokromaatilise valguse tõttu ei ole ka Na-lambi valgusel võimalik eristada värvusi. See lamp sobib siiski sääraste tööde juures, kus esemete värvusel pole tähtsust, kuid kus on vaja eritella peeni detaile, sest ühtlase lainepikkusega kiirguse puhul ei teki silmas kromaatilise aberratsiooni nähtust — silm on võimeline koondama võrkkestal kõiki kiiri. Silma kontrasttundlikkus on monokromaatilisel kollasel valgusel väga suur, seepärast hakati Na-lampe hea eduga kasutama ka autoteede valgustamiseks. (*Vaata kaanepilti!*).

Na-lambi arendamisel oli ees mitmesuguseid raskusi, milledest olgu mainitud ainult see asjaolu, et tuli leiutada eriline klaasisort, mis oleks talunud naatriumauru keemilist toimet. Tavaline klaas muutus lühikese ajaga tumepruuniks või koguni mustaks, absorbeerides suurema osa valgust. Veel praegugi pole see lambitüüp lõplikult välja kujunenud ja ka hinnalt on ta veel liialt kallis. Aga tulevikus on sellel lambil kindlasti täita oma osa kunstliku valgustuse alal.

Gaaslahenduse lampide uusimast arengust.

Peale elavhõbe- ja naatriumauru lampide on katseliselt ehitatud gaaslahenduse lampe kasutades veel teissuguste metallide auru, näiteks kadmiumi [4]) või tsinki, mis annavad sinise värvusega valgust, ja talliumi [5]), mis annab kollase värvusega kiirgust. Ka need gaaslahenduse lambid annavad madalrõhu valgusallikaina katkendlikku spektrit ainult mõne intensiivse ribaga.

Et saada päevavalgusele sarnanevat valgustust, on võimalik segada mitmesuguse värvusega valgust, näiteks elavhõbeauru, kadmiumauru ja neoonvalgust ehk kadmium- või elavhõbeauru ja hõõglambi valgust [6]). Kõige lihtsam on viimane kombinatsioon, sest üldiselt on ju hõõglambi valgus vastuvõetav, ainult et sinist kiirgust on tal liiga vähe ja punast liiga palju. Kõrgrõhu Hg-lamp aga annab sinakas-valkjat kiirgust. Kasutades mõlemat liiki lampi ühises armatuuris (*joon. 14*) on võimalik saavutada praktiliselt „valget" valgust suhteliselt hea valguse viljakusega (u. 20 lm/W joonisel 14 näidatud juhtumil).



Joon. 14. Segavalgustuse armatuur. Valgustuskehas on kolm hõõglampi ja üks kõrgrõhu elavhõbeauru lamp.

Vähima kõrgrõhu Hg-lambi valgusvoog on 3000 lm, võimsusetarvituse paispoolita olles 75 W. Et saada segavalgustust vahekorras 1 : 1, tuleb võtta kolm 75-vatist hõõglampi, igaühe valgusvoo olles 1000 lm. Seega saadakse koduseks otstarbeks liialt suur valgusallikas (6000 lm, u. 300 W), mis aga sobib tarvitamiseks suures büroos, joonestussaalis, trükikojas või mõnes muus tööstuskäitises.

Alles mõne aasta eest [7]) õnnestus tehniliselt elegantne lahendus kõrgsurve elavhõbeauru toru-

---

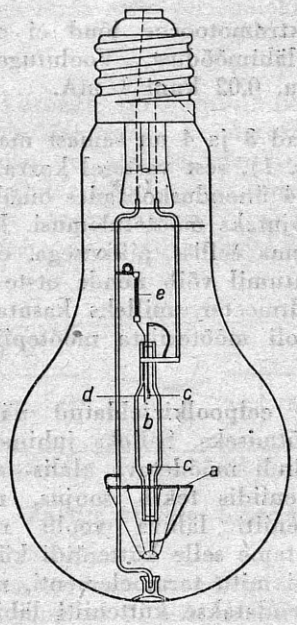
[4]) Kadmium, keemiline märk *Cd*, valge, tsingiga sarnane metall, mille sulamistäpp on 321° C. Saadakse kõrvaltootena tsingimaakidest.

[5]) Tallium, keemiline märk *Tl*, on valgeläikeline metall, mille sulamistäpp on 303° C. Esineb looduses vähestes hulkades.

[6]) *Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen aus dem Osram-Konzern*. 1934, lk. 28.

[7]) *Philips' Technische Rundschau* 1940, lk. 349 ja 1942, lk. 34.

kese ja hõõgniidi järjestikku lülitamise ning mõlema osa asetamisega ühisesse klaaspirni (*joon. 15*). Võrreldes eespoolkirjeldatud kombinatsiooniga, mis kujutatud joonisel 14, saavutati see paremus, et jäi ära ettelülitatud paispool, kuna eeltakistuse ülesande võttis endale hõõgniit, ja valgustusarmatuur võis olla palju väiksem ning lihtsam.



Joon. 15. Segulamp skemaatiliselt.
a — hõõgniit, *b* — gaaslahenduse toruke, *c* — peaelektrood, *d* — abielektrood, *e* — eeltakistus voolutugevuse piiramiseks.

Seni teatavaks saanud vähim segulamp ML 300 toodab 300 dekaluumenit (3000 lm) tarvitades 160 vatti. Gaaslahendus annab pool valgusvoogu tarvitades 45 W, hõõgniit teise poole tarvitades 115 W. Lambi eluiga on viidud 2000 tunnile eeldusel, et keskmine „põlemisaeg" kahe lülituse vahel on vähemalt 3 tundi.

Kirjeldatud segulambis, samuti nagu suuremas tüübis ML 500, tekib sisselülitamisel hõõgniidi ülekoormamine, kuna gaaslahenduse toruke hakkab tööle alles u. ühe minuti möödumisel. Hõõgniit kulub käivitusaja vältel niisama palju kui tavaliselt ühe tunni jooksul. Teisest küljest annab segulamp, vastandina tavalisele kõrgsurve Hg-lambile, kohe peale sisselülitamist täit valgust, kuna ülekoormatud hõõgniit kiirgab alguses koguni veidi rohkem, kui normaalses tööolukorras hõõgniit ja gaaslahendus kokku.

Lõppeks veel mõni sõna **fluorestseerivaist** lampidest. Madalrõhu elavhõbeauru torus saadab positiivne sammas peale nähtava sinise värvusega kiirguse veeel ultravioletset (peamiselt lainepikkusega 0,2537 μ) kiirgust, mis inimsilmale on täiesti nähtamatu. Lühilainelist kiirgust võib ära kasutada, kui gaaslahenduse toru sisemusse asetada mõnd fluorestseerivat ainet (näiteks tsink-berillium-silikaati, magneesium-volframaati või kadmium-boraati) või teha toru ise fluorestseerivast klaasist (näiteks uraanklaasist). Ultravioletne kiirgus muundub fluorestseeruvas aines pikemalaineliseks, silmale nähtavaks valguseks ja see transformatsioon võib toimuda nii suure kasuteguriga, et saadakse valgusallikas üllatavalt suure valguse viljakusega (vähemalt 30 lm/W).

Nagu nähtub välismaa erialalistest ajakirjadest [8]), on Ameerika Ühendriikides juba 1941. aastal ilmunud turule ka väiksema võimsusega (näiteks 15, 20, 30 ja 40-vatised) fluorestseerivad lambid, toru pikkusega 45 kuni 120 cm, millede eluiga olevat 2500 tundi. Kasutades vastavaid aineid (nn. f o s f o o r e) saadakse soovikohaselt kas sinine, sinakas-valge (päevavalguse sarnane), rohekas, kollakas-valge, kollakas-roosa või roosa värvusega valgus, kusjuures valguse viljakus on suurim rohelise värvuse juures, ulatades 30-vatise lambi juures näiteks kuni 75 lm/W.

Viimatikirjeldatud lambid ei sarnane oma kujult sugugi tavaliste hõõglampidega, mida võib järeldada juba gaaslahenduse toru pikkusest, kuid neid võib kujundada siksak-kujulisteks, ja kuna ühtlasi on ilmunud turule ka uutele lampidele vastavad armatuurid, siis ei takista uus lambi kuju nende rakendust igapäevasesse ellu. Meil jääb ainult oodata rahuaega, et neid imelampe näha oma silmaga.

8) H. Hausner'i kirjutis ajakirjas *Bulletin des schweizerischen elektrotechnischen Vereins* 1941, lk. 354 ja selle kokkuvõte ajakirjas *Elektrotechnische Zeitschrift* 1942, lk. 292.

KIRJAVASTUSEID

K. L. — Kuressaare. Teie soovite auto- või raadioakusid laadida olemasolevast 220-voldisest alalisvoolu võrgust, kasutades selleks hõõglampe. Automaat-lülitit selleks pole vajagi. Sobiva laadimis-voolutugevuse ligikaudseks määramiseks tuleb lampide võimsus jagada võrgu pingega (käesoleval juhtumil 220 volti). Kui näiteks soovite saada 2-amprilist voolutugevust, siis tuleb laadimisvool juhtida läbi lampide, millede koguvõimsus on 440 vatti. Ühendusskeem on analoogiline sellele, mis on kujutatud „Tehnika Kuukirja" lk. 72 joonisel 1. Leheküljel 75 leiate ka üksikasjalisemaid juhiseid akude laadimiseks.

Meie teada on „Elektromontaaži käsiraamatu" kõik ilmunud anded juba trükist otsas. Esimese ande uus täiendatud väljaanne on praegu „Tehnilise Kirjastuse" poolt antud trükki.

F. M. — Karksi-Nuia. Vaskoksüüd-alaldajat on võimatu valmistada iseehitamise teel, sest see menetlus on teada vaid mõnel üksikul tehasel. Asjaarmastajate katsetamised on ainult juhuslikult andnud rahuldavaid tulemusi. Suurem osa Teie küsimusist on selgitatud „Tehnika Kuukirjas" lk. 109.

Teie olemasoleva alaldaja pinget võib suurendada ainult samasuguste vaskoksüüd-elementide arvu suurendamisega ja muidugi ka trafo ümbermähkimise või ümberlülitamisega.

Polenud alalisvoolu dünamo ümberehitamine muundajaks ehk umsormeriks hariliku lukksepa töötoa vahenditega ja ilma vastava eriteadmiseta on võimatu.

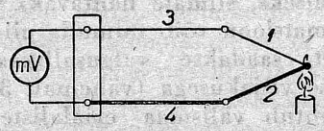
(Järg lk. 184.)

TERMOMUUNDAJA MÕÕTETEHNIKAS.

Prof. dr. H. FREIMUTH

Tehnika Kuukirjas nr. 1 (5) nägime, et vahelduvat voolu on võimalik mõõta pöördpooli mõõteriistadega, mis on varustatud alaldajaga. Ühtlasi panime tähele, et alaldajaga varustatud mõõteriist sobib kasutamiseks helisagedus-voolu mõõtmiseks kuni 20000 p/s. Suursageduse (üle 20000 p/s) mõõtmiseks niisuguse ehitusega mõõteriist ei sobi.

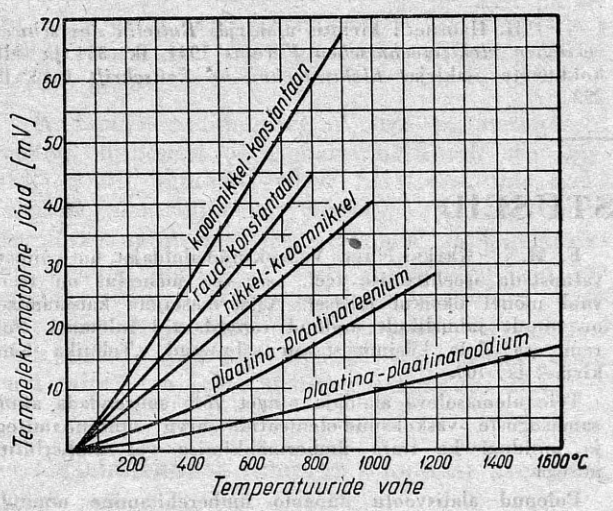
Kasutades aga üht teist füüsikalist nähtust, nimelt termoelektrilist toimet, on võimalik pöördpooli mõõteriistaga mõõta vahelduvvoolu sagedusega kuni 10^9 p/s.



Joon. 1. Termoelement.

Selleks kasutame termoelementi, s. o. kahte erinevast metallist (näiteks raud ja konstantaan) traati, mille otsad 1 ja 2 on kokku keevitatud (*joon. 1*). Kui soojendame kokkukeevitatud kohta temperatuurini t_1° C, siis külmadel traadiotstel, mille temperatuur on t_2° C, tekib termoelektromotoorne jõud, mille suurust võime mõõta millivoltmeetri abil. Juuresoleval graafikul (*joon. 2*) on toodud andmeid mõningate metallide paaride kohta. Nagu graafikust nähtub, annab sama temperatuuride vahe juures mitteväärismetallide paar suurema termoelektromotoorse jõu kui väärismetallide paar.

Kuna mõõtetehnikas soovitatakse hoida metallide paari temperatuuri piirides 300...400° C ning seejuures saada võrdlemisi suurt emj., siis osutub mõõtetehnikas sobivaimaks mitte-väärismetallide kasutamine. Näiteks raud-konstantaan annab 5,6 mV, vask-konstantaan 4,1 mV jne. 100° C temperatuuride vahe kohta.



Joon. 2. Termoelektromotoorse jõu suurus (mV) olenevalt valitud metallide paarist ja temperatuuri suurusest.

Termoelektromotoorne jõud ei olene kasutatud traatide läbimõõdust. Voolutugevus on tavaliselt väike, u. 0,02 kuni 1 mA.

Traadi osad 3 ja 4 on samast materjalist, mis 1 ja 2 (*joon. 1*), sest vastasel korral tekiks 1 ja 3 ning 2 ja 4 ühenduskohtades omakorda termoemj., mis mõjutaks mõõtetulemusi. Juhtmed 3 ja 4 peavad olema sellise pikkusega, et $t_2 = 20$° C. Alles sel juhtumil võib nende otste külge ühendada millivoltmeeter, milleks kasutatakse tavaliselt pöördpooli mõõteriista mõõtepiiriga 5...15 mV.

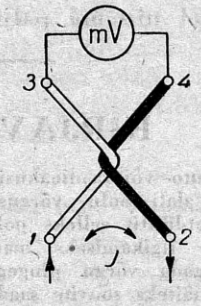
Kasutame eelpoolkirjeldatud nähtust voolutugevuse mõõtmiseks. Selleks juhime läbi küttetraadi või -lindi mõõdetava alalis- või vahelduvvoolu. Kütteniidis tekib soojus, mille suurus oleneb kütteniiti läbiva voolu ruutväärtusest ($R \cdot J^2$). Asetame selle kütteniidi külge või lähedusse ühe või mitu termoelementi, mille keevitatud osa soojendatakse kütteniiti läbiva vooluga.

Pöördpooli mõõteriist, mis on lülitatud termoelemendi külge, mõõdab seega kaudsel teel voolutugevuse suurust, mis läbib kütteniiti.

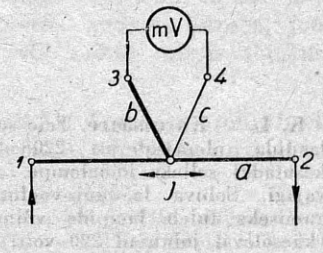
Niisuguse ehitusega mõõteriist kannab *termomuundaja* nimetust.

Termomuundajaid ehitatakse kahes süsteemis: otsese ja kaudse küttega.

Otsese küttega termomuundaja. Seda tüüpi muundajaid ehitatakse kas t e r m o r i s t i n a (*joon. 3*) või t e r m o e l e m e n d i n a (*joon. 4*) varustatud kütteniidiga.



Joon. 3. Termorist.



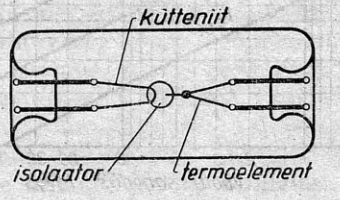
Joon. 4. Otsese küttega termomuundaja.

T e r m o r i s t (*joon. 3*) koosneb kahest erineva termoelektrilise omadusega traadist (näiteks raud ja konstantaan), mis on keskelt kas kokku keevitatud, -taotud, -seotud või -joodetud.

Mõõdetav vool J läbib klemme 1 ja 2, kuna klemmidele 3 ja 4 on ühendatud millivoltmeeter.

Termomuundaja teise ehitusviisi järgi koosneb ühest kütteniidist (*a*) ja ühest termoelemendist (*b* ja *c*), mille jootekoht on kinnitatud kütteniidi keskkohta (*joon. 4*). Selle ehitusviisi paremus seisneb peamiselt selles, et on võimalik valida kütteniiti olenemata selle termoelektrilistest omadustest.

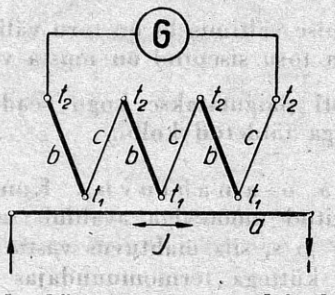
Kaudse küttega termomuundaja. Suursagedusvoolude mõõtmiseks kasutatakse süsteeme, milles kütteniit on termoelemendist elektriliselt isoleeritud. Isoleerimine võib toimuda näiteks kütteniidi ja termoelemendi vahele valatud klaastilgakese kaudu, nagu see näidatud *joonisel 5.*



Joon. 5. Kaudse küttega termomuundaja.

Termoelemente võib ühendada patareiks, nagu see näidatud *joonisel 6.* Siin soojadel jootekohtadel t_1 tekkivad termoelektromotoorsed jõud annavad liitudes suurema elektromotoorse jõu, mida on võimalik mõõta vähem tundliku mõõteriistaga, näiteks mõne lihtsa galvanomeetriga.

Patarei koosneb kuni kümnest termoelemendi paarist. Nagu tavaline mõõteriist, nii ehitatakse ka termomuundajaga varustatud mõõteriist mitme mõõteulatusega (10, 50, 100 mA, 0,5 ja 1 A). Seejuures on igal mõõtepiirkonnal oma termoelementide komplekt (*joon. 6*). Selle mõõteriista skaala ehk astmik on kõigile mõõtepiirkondadele ühine.



Joon. 6. Kaudse küttega termomuundaja, kus termoelemendid on ühendatud patareiks.

Soojuskao vähendamiseks paigutatakse sagedasti nii otsese kui ka kaudse küttega termomuundajad kas hõrendatud õhuga ruumi või vesinikuga (0,1 torri [1]) täidetud klaaskolbi.

[1]) 1 torr = 1 mm elavhõbeda (Hg) sammast.

Termoelektromotoorse jõu e suurus oleneb kuuma ja külma jootekoha temperatuuride vahest.

$$e = c(t_1 - t_2)$$

kus: e — termoelektromotoorne jõud mV
t_1 — kuuma jootekoha temperatuur ^{0}C
t_2 — külma jootekoha temperatuur ^{0}C
c — konstant mV/ ^{0}C

Suurema hälbe saamiseks hoitakse kütteniidi temperatuur t_1 võimalikult kõrgel (300... 400^0 C).

Mõõteriista skaala. Mõõteriista hälve, nagu mainitud, oleneb RJ^2 suurusest. Seega on skaala teoreetiliselt ruut-iseloomuga. Kuna osa soojust läheb kaduma kas juhtivuse või kiirguse tõttu, siis kaldub skaala ruut-iseloomust veidi kõrvale.

Mõõteulatus. Mõõteriista võib kasutada kas alalis- või vahelduvvoolu mõõtmiseks. Peamiselt kasutatakse termomuundajaga varustatud mõõteriista nii voolu kui ka pinge mõõtmiseks suursageduse tehnikas kuni 10^9 p/s sageduseni, mis vastab lainepikkusele kuni 30 cm.

Voolutugevuse mõõtmiseks kasutatakse termomuundajaid, mõõteulatuse piires 1... 100 mA, paigutatuna peamiselt hõrendatud õhuga või vesinikuga täidetud kolbi. Mõõteriista omatarvitus on 10^{-3}... 10^{-2} vatti.

100 mA... 100 A piires kasutatakse termomuundajaid õhuga täidetud ruumis. Mõõteriista omatarvitus on 0,1... 10 vatti. On ehitatud termomuundajaid mõõteulatusega kuni 1000 A.

Pinget võib termomuundajaga varustatud pöördpooli mõõteriistaga vahenditult mõõta kuni 1 voldini. Kõrgemate pingete mõõtmiseks kasutatakse eeltakistust. Eeltakistuse kasutamisel väheneb aga mõõteulatus kuni 10^6... 10^7 p/s.

Termomuundaja omatarvitus oleneb kütteniidi küttevõimsusest. Viimast on võimalik vähendada soojuskao vähendamise teel.

Mõõtetäpsus. Termomuundajaga varustatud mõõteriista mõõtetäpsus on tavaliselt 1%. See täpsus küünib ampermeetrite juures mõõteulatusega kuni 5 A ja $5 \cdot 10^6$ p/s ning voltmeetrite juures kuni 150 V ja 10^5 p/s.

Erikontsruktsioonide puhul on võimalik selle mõõtetäpsuse juures mõõteulatust veelgi suurendada.

Mõõtevea põhjused ja nende kõrvaldamise võimalused.

1. Pinnanähtus ehk *skin-efekt.* Peale pöördpooli mõõteriista enese vea tekitavad suursagedus-voolud kütteniidis pööriseid, mis suruvad voolu kütteniidi pinnale (*skin-efekt*). See väljendub kütteniidi ristlõike pindala näilises vähenemises või selle takistuse suurenemises.

L. Rohde ja H. Schwartz'i [2]) järgi suureneb kütteniidi takistus, olenevalt perioodide arvust, järgnevalt:

$$R_s = R_{al}\sqrt{\frac{\pi \cdot f \cdot \mu}{\gamma}}\ ^{3})$$

kus R_s — kütteniidi takistus suursageduse puhul (Ω)

R_{al} — kütteniidi takistus alalise voolu puhul (Ω)

$\pi \approx 3{,}14$

f — voolu sagedus p/s

μ — kütteniidi magnetiline läbitavus $\left(\frac{V \cdot s}{cm \cdot A}\right)$

γ — kütteniidi takistus ühe cm pikkuse kohta (Ω/cm)

Nagu sellest valemist näha, väheneb perioodide suurusest tingitud viga kütteniidi takistuse (γ) suurenemisega, mille tõttu tuleb kasutada kütteniidina väga väikese põiklõikega traate.

Näiteks M. I. O. Strutti [4]) mõõtmisel 0,02 mm läbimõõduga konstantaan-traadiga $1{,}5 \cdot 10^9$ p/s sageduse juures suurenes kütteniidi takistus ainult 2% võrra.

Edasi annab firma Hartmann ja Braun oma termomuundajaga varustatud pöördpooli 1 mA mõõteriista kohta järgmised andmed: termoelemendi elektromotoorne jõud 7 mV, kütteniidi läbimõõt 0,006 mm (inimese juuksekarva läbimõõt on 0,05 mm), kütteniidi takistus 1600 Ω.

---

[2]) *Arch. techn. Messen V 324* — 1. juuli 1934

[3]) Näitena arvutame kütteniidi takistuse suurenemist, kui kütteniit on vasest, läbimõõduga 0,02 mm, ning voolu sagedus 10^8 p/s.

Magnetiline läbitavus $\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$, siin μ_r väljendab materjali relatiivset magnetilist läbitavust, mis dia- ja paramagnetiliste ainete kohta on väga lähedane ühele; kuna μ_0 on magnetiline läbitavus tühjuse kohta, mille väärtus $\mu_0 = 1{,}256 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{V \cdot s}{cm \cdot A}$

Kütteniidi ristlõike pindala

$$q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}02^2}{4} = 3{,}14 \cdot 10^{-4}\ mm^2$$

Kütteniidi takistus ühe cm pikkuse kohta

$$\gamma = \varrho \cdot \frac{l}{q} = \frac{0{,}0175 \cdot 10^{-2}}{3{,}14 \cdot 10^{-4}} = 0{,}557\ \Omega/cm$$

Seega kütteniidi takistus suursageduse puhul

$$R_s = R_{al}\sqrt{\frac{\pi \cdot f \cdot \mu}{\gamma}} = R_{al}\sqrt{\frac{3{,}14 \cdot 10^8 \cdot 1{,}256 \cdot 10^{-8}}{0{,}557}} = 2{,}66\,R_a$$

Kui valida kütteniidiks 0,1 mm läbimõõduga vasktraat, siis suureneb kütteniidi takistus suursageduse puhul 13,3 kordselt.

[4]) *Arch. tech. Messen V 324* — 4. märts 1941

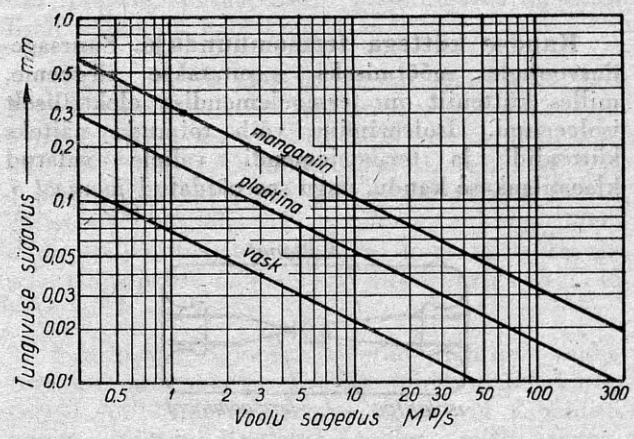
H. Kruse ja O. Zinke [5]) järgi on suursagedusvoolude tungimise sügavus s kütteniiti määratav järgmise valemiga (andmed *joonisel 7*):

$$s = \frac{1}{2\sqrt{f \cdot \sigma \cdot \mu_r}}\ mm\ ^{6})$$

siin f — sagedus Mp/s

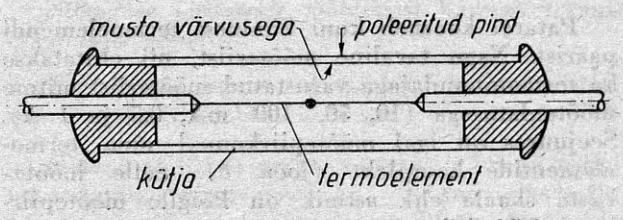
σ — materjali erijuhtivus m/Ω mm²

μ_r — materjali relatiivne magnetiline läbitavus



Joon. 7. Suursagedusvoolude tungimise sügavus mitmesugustesse ainetesse.

Suuremate, üle 1 A, voolutugevuste puhul chitatakse kütteniit õhukesesseinalise toruna (*joon. 8*), mille seina paksus peab olema, maksimaalse perioodide arvu juures, õhem kui voolu tungimise sügavus s.



Joon. 8. Termomuundaja torukujulise kütjaga.

Kiirgamise vältimiseks on toru välispind poleeritud, kuna toru sisepind on musta värvusega.

Sagedasti paigutatakse kogu seadeldis hõrendatud õhuga täidetud kolbi.

2. Maa osamahtuvus. Kuna pinnanähtusest tingitud mõõteviga avaldub sageduste puhul üle 10^8 p/s, siis mahtuvus vastu maad mõjutab otsese küttega termomuundajas vea suurust juba alates 10^6 p/s.

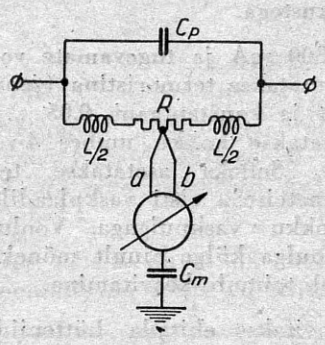
---

[5]) *Arch. techn. Messen V 324* — 2. sept. 1935.

[6]) Näitena arvutame suursagedusvoolu tungimise sügavuse s kütteniiti, mille materjaliks on vask, voolusagedusel $f = 10$ Mp/s

$$s = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{f \cdot \sigma \cdot \mu_r}} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{10 \cdot 57 \cdot 1}} = 0{,}021\ mm$$

Üldiselt võib termomuundaja lülitusskeemi kujutada *joonise 9* kohaselt.



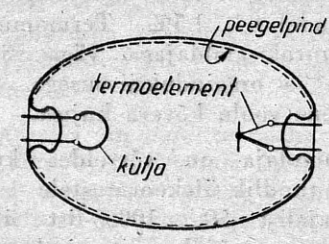
Joon. 9. Termomuundaja aselülitus-skeem.
C_p — rööbiti osamahtuvus kütteniidile; L — kütteniidi induktiivsus; R — kütteniidi oomiline takistus; a, b — termoelemendi ühendusjuhtmed; C_m — maa osamahtuvus.

Lülitusskeemi abil ei ole võimalik kõrvaldada maa osamahtuvuse mõju. Eelistatakse termomuundaja varjamist, mis võimaldab määrata maa osamahtuvuse mõju [7]). Üheks radikaalseks abinõuks maa osamahtuvuse vähendamiseks on termoelemendi eraldamine kütteniidist. Joonisel 3 nägime üht eraldamise võimalust, kus kütteniidi ja termoelemendi vahele on valatud mõni isoleeriv aine, näiteks klaas.

Kütteniidi eraldamise võimaluseks termoelemendist on ka kütteniidi oksüdeerimine elektrolüütilisel teel. Sel juhtumil kasutatakse kütteniidi materjalina tantaali, mida on võimalik tõmmata väga peeneks traadiks. Tantaal omab kõrget sulamistemperatuuri ja head elastsust ning võimaldab püsivate õhukeste oksüüdkihtide tekitamist, millel on suur läbilöögi tugevus.

Muidugi on ka võimalik termoelementi oksüdeerida.

3. Omainduktiivsus ja omamahtuvus. Termomuundaja ja ühendusjuhtmete induktiivsus ning omamahtuvus mõjutavad suursageduse puhul mõõtetulemusi.

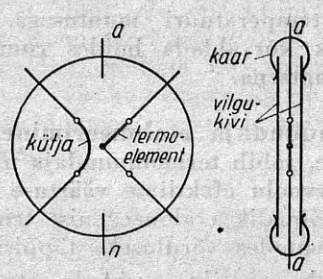


Joon. 10. Kaudse küttega termomuundaja, kus soojuse ülekanne toimub kiirgamise teel.

Üheks abinõuks induktiivsuse ja omamahtuvuse vähendamiseks on termoelemendi eraldamine kütteniidist ja selle paigutamine klaasist ellipsoidi tulipunktidesse F_1 ja F_2 (*joon. 10*). Ellipsoid on seestpoolt peegelpinnaga, mille tõttu eraldatud energia peegeldub ellipsoidi seintelt ja koondatakse tulipunkti, kus asub termoelement. Termoelement on varustatud õhukese (1 μ paksuse) alumiiniumist püüdelehekesega.

Selle konstruktsiooni puhul on termoelement eraldatud kütteniidist, maa osamahtuvus minimaalne, kuna kütteniit on väga väikesemõõduline, mille tõttu tema mahtuvus ja induktiivsus on samuti väikesed.

Omamahtuvuse ja omainduktiivsuse vähendamiseks on olemas ehitusviis (*joon. 11*), kus kütte-



Joon. 11. Kaudse küttega termomuundaja.

niit on väga peenikesest traadist ja painutatud juuksenõela kujuliselt. Nii termoelement kui ka kütteniit on paigutatud u. 3 mm ∅ ja 5 μ paksuste vilgukivist lehekeste vahele, mis vastavate kaarte abil on teineteise vastu surutud. Selle ehitusviisiga on võimalik termomuundaja omamahtuvust alla suruda kuni 0,1 ... 1 pF. Kogu seade on harilikult 0,1 ... 1 torri rõhulise vesinikuga täidetud kolvis.

Tugevate voolude mõõtmiseks kasutatakse harilikult suursageduse voolumuutjat ja väikese omamahtuvusega termomuundajat.

4. Peltier-efekt. Termoelektrile vastupidine nähtus on Peltier-efekt: kui kahest isesugusest metallist moodustatud ahela jootekohast (näiteks termorist) läbi juhtida elektrivool, siis tekib sel kohal temperatuuri tõus või alanemine olenevalt elektrivoolu suunast.

Seega on meil jootekohas tegemist kahe nähtusega: esiteks Jouli (džauli) kadudega, mis proportsionaalsed voolu ruutsuurusele (J^2), ning teiseks Peltier' kadudega, mis on proportsionaalsed voolu suurusega (J), olenedes viimase suunast kas tõstes või alandades temperatuuri.

Seega voolutugevus mõõteriistas, voolu ühes suunas:

$$AJ^2 + BJ = C \cdot \alpha_1$$

ning teises suunas:

$$AJ^2 - BJ = C \cdot \alpha_2.$$

Siit leiame voolule järgmise väljenduse:

$$J = C \sqrt{\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}}.$$

Kui eraldada elektriliselt termoelement kütteniidist, siis ei esine Peltier-efekti, samuti ei mõjuta Peltier-efekt mõõtetulemusi vahelduvvoolu mõõtmisel.

[7]) Möhring ja Zinke annavad skeemid maa osamahtuvuse määramiseks. R. Langbein/G. Werkmeister, *Elektr. Messgeräte* 1943 *Abb.* 156.

5. Voolu ja pinge suuruse olenevus mõõtekohast Kui vooluringi mõõtmed on veerandlaine pikkuse piires, mis esineb sagedustel üle 10^8 p/s (laine pikkus 3 m), siis võivad tekkida paigalseisvad lained ning mõõteriist näitab kohast olenevat pinge ja voolu suurust.

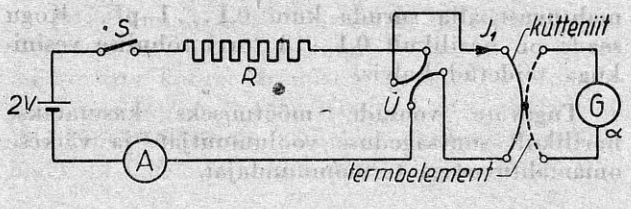
Suursagedusel üle 10^8 p/s võivad esineda ka resonantnähtused.

6. Nullpunkti muutus. Ruumi temperatuuri kõikumised kutsuvad esile mõõteriista nullpunkti muutuse. Teiseks muutub kütteniidi takistus toa temperatuuri muutusega. Neid vigu on võimalik kõrvaldada hoides ruumi temperatuuri konstantsena.

Termomuundaja etaloneerimine. Nagu eespool nägime, sobib termomuundaja nii alalis- kui ka vahelduvvoolu efektiivse väärtuse mõõtmiseks. Seega on võimalik etaloneerimist teostada alalisvooluga, kasutades võrdluseks täppismõõteriista.

Siin tuleb aga silmas pidada, et isoleerimata termoelemendi (näiteks termorist) puhul on tegemist Peltier-efektiga, mille tõttu tuleb etaloneerimist teostada nii ühe kui teise voolu suuna juures ning suurusena võtta mõõtmiste keskmine väärtus.

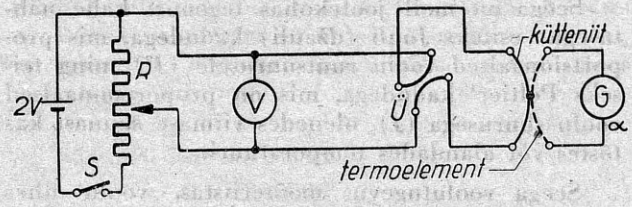
Ampermeetri etaloneerimiseks kasutatakse järgmist skeemi (*joon. 12*):



Joon. 12. Ampermeetri etaloneerimise skeem.

Siin *A* on võrdlus-ampermeeter, *R* — takistus ning *Ü* — voolu ümberlüliti.

Voltmeetri etaloneerimiseks kasutatakse *joonisel 13* toodud skeemi.



Joon. 13. Voltmeetri etaloneerimise skeem.

Siin *V* on võrdlus-voltmeeter, *R* — potentsiomeeter ning *Ü* — voolu ümberlüliti.

Termomuundaja iseehitamine. Väikeste voolude mõõtmiseks on termomuundaja iseehitamine seotud raskustega.

Alates 300 mA ja tugevamate voolude mõõtmiseks kasutatakse termoristina (*joon. 3*) näiteks kroomniklit ja konstantaani, 0,05 ... 0,12 mm ∅, mis keevitatakse kokku umbes 4-voldise vahelduvvooluga. Selleks asetatakse termoelemendi traadid teineteisega risti vaskplaadile ning vajutatakse kokku vaskpulgaga. Voolu lülitatakse plaadi ja pulga külge ainult mõneks sekundiks, mille vältel toimub keevitamine.

Kui soovitakse ehitada kütteniidiga varustatud termoelementi (*joon. 4* kohaselt), siis valitakse kütteniidiks kas plaatina- või hõbetraat, mille läbimõõt oleneb voolutugevusest. Näiteks 1-amprilise voolu kütteniidiks võib kasutada 0,15 mm ∅ plaatinatraati. Plaatina- ja hõbetraadi puudumisel sobib äärmisel juhtumil ka nikeliintraat.

Kütteniidi keevitamine termoelemendi külge teostatakse sama võttega, nagu eespool kirjeldatud. Kütteniidi pikkus on ca 20 ... 25 mm, termoelemendi harude pikkus võib olla u. 10 mm.

Neli vaba otsa (kaks kütteniidilt ja kaks termoelemendilt) kinnitatakse vaskklemmide külge, mis on monteeritud näiteks eboniitplaadile. Isoleeraineks kasutatakse vilgukivi. Soojuskadude vähendamiseks paigutatakse termomuundaja kinnisesse karpi.

Etaloneerimine toimub eelpoolmainitud viisil, silmas pidades, et nikkel-kroomnikkel-termoelemendi kasutamisel termoelektromotoorne jõud ei ületaks 13 ... 15 mV, kuna raud-konstantaani kasutamisel u. 20 mV (vt. *joon. 2*).

Termomuundaja head ja halvad omadused. Suurtes piirides (10 ... 10^9 p/s) toimub mõõtmine praktiliselt olenemata perioodide arvust. Laboratoorseil riistadel ei ületa mõõteviga 0,5%, lülituskilbi riistadel 1 ... 1,5%. Termomuundaja on, võrreldes kuproks-alaldajaga, väga väikese omamahtuvusega ja omainduktiivsusega. Mõõtetulemused ei olene voolu kõvera kujust.

Termomuundaja on, võrreldes kuproks-alaldajaga, väga tundlik ülekoormustele — võimaldab ainult lühiajalist 50 ... 100%-list ülekoormust. Välistemperatuur mõjub näitamisele. Näitamised olenevad väikeste voolude puhul valguse toimest. Skaala on ebaproportsionaalne.

PERLIITILINE MALM

K. REINTALU

Kokkuvõtte valutehnilisel päeval peetud referaadist.

Tänapäeval on võimalik toota malmvalatisi, millede tugevus vastab ehitusterase tugevusele, ning on leiutatud rida menetlusi kvaliteetmalmi valatiste tootmiseks.

Alljärgnevas tabelis on antud malmi tõmbetugevust iseloomustavad suurused alates 1860. a.

Valuliik \ Aasta	1860	1900	1910	1920	1928	1942
	Tõmbetugevus kg/mm²					
Lihtvalu . . .	—	—	12...15	12...18	12...20	12...22
Väärisvalu . .	8...12	12...16	15...20	18...24	20...26	22...30
Erivalu . . .	—	—	—	24...30	26...40	30...55

Tabelis antud valuliikidest on kvaliteedid kuni 30 kg/mm² tõmbetugevusega toodetavad igas hästi töötavas kaevusahjus (kuppelahjus) ning kuuluvad perliitvalu rühma; kõrgema tugevusega valatised vajavad erimenetlusi ja -seadmeid.

Valutööstuse suurimaks nõrkuseks on asjaolu, et puudub võimalus teha kindlaid ennustusi valatise tugevuse kohta. Aastakümneid tagasi teostati valatisi kogemustest saadud andmete najal, kuna muutuvail tugevusenõudeil või valatise dimensioonide muutumisel kohandati malmi koosseisu kogemuste ja katsevalamiste najal.

Tänapäeval, kus majanduslikud ja rakenduslikud tingimised sunnivad tarvitama odavamaid ja kergemaid konstruktsioone, ollakse sunnitud paratamatult otsima teid malmvalatise tugevusomaduste tõstmiseks ja kindlustatud minimaalse tugevusega valatise tootmiseks.

Viimase 25 aasta jooksul valuteadlaste poolt teostatud tööd võimaldavad tänapäeval teatava täpsusega ennustada toodetava valatise tugevust, ilma eelnevaid kulukaid ja aegaviitvaid katsevalamisi tegemata.

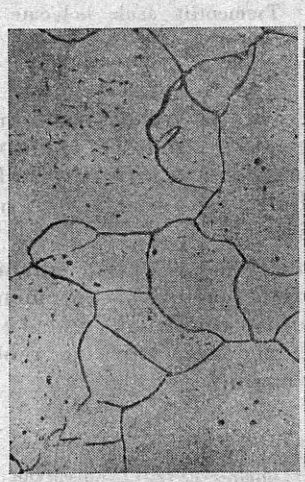
Metallograafia on uue teadusharuna avanud võimaluse jälgida ja seletada metallide siseehituse nähtusi ning ühes sellega tõmmanud paralleele siseehituse iseloomu ja metalli tugevuse vahel. Kuna malmi siseehitus sõltub keemilisest koostisest, siis vaatleme lühidalt malmi koostiselemente ja nende mõju siseehitusele.

Keemiliselt on malm sulam, milles peakomponendi raua kõrval leidub terve rida lisandeid, nagu: süsinik, räni, mangaan, fosfor ja väävel.

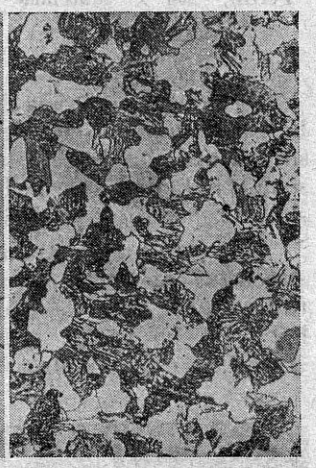
Nimetatud lisandite hulk ja nende esinemislaad malmis määravad selle füüsikalised ja tehnoloogilised omadused, s. o. sulamise temperatuuri, valatavuse, kõvaduse, tiheduse, tugevuse, kuluvuse, tootletavuse jne.

Vaatleme malmi koostiskomponente ja nende esinemislaadi üksikult:

Raud (*Fe*). Puhas raud vaadelduna mikroskoobi all koosneb liitunud terakestest. Sellist puhta raua metallograafilist kuju nimetatakse ferriidiks. *Joon. 1* on kujutatud pehme raud, mis koosneb ferriidist 200 × suurenduses. Ferriit on pehme, väikese tugevusega materjal, mille tugevus vastab punase vase tugevusele. Ferriit esineb pehmes terases ja teatavatel tingimustel ka malmis.



Joon. 1. Puhas raud. Ferriit, 200 × suurendatud.



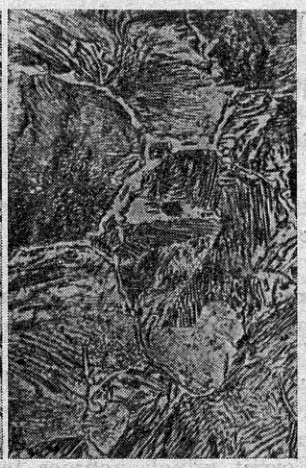
Joon. 2. Teras 0,6% *C* sisaldusega. Valged terakesed — ferriit, kirjud laigud — perliit, 200 × suurendatud.

Süsinik (*C*) puhtal kujul on tuntud söe ja grafiidi näol, sulab kuumvedelas rauas ning sulami jahtudes annab rauaga keemilise ühendi, raua-karbiidi, mis sisaldab 6,7% süsinikku. Selle ühendi metallograafilist kuju nimetatakse tsementiidiks. Vastavalt süsiniku hulga tõusule rauas muutub ka raud-süsinik sulami metallograafiline siseehitus ja süsiniku esinemislaad.

Joon. 2 kujutab 0,6% süsinikusisaldusega aeglaselt jahtunud terast, milles tsementiit puhaste ferriiditerakeste vahele moodustab tiheda tsementiidi-ferriidi segu, n. n. perliidi. Perliit sisaldab alati 0,9% süsinikku. Järelikult sulam, mis sisaldab 0,9% süsinikku, koosneb ka ainult perliidist. Perliitilise siseehitusega teras on parimate tugevusomadustega. *Joon. 3* kujutab säärast 0,9% süsinikusisaldusega terast, mille siseehitus koosneb ainult perliidist.

Süsiniku hulga suurenemisel üle 0,9% eritub perliidist ülejääv süsinik sadenenuna perliidi vahel vaba tsementiidina. *Joon 4* kujutab terast 1,2% süsinikusisaldusega 200 × suurendatult.

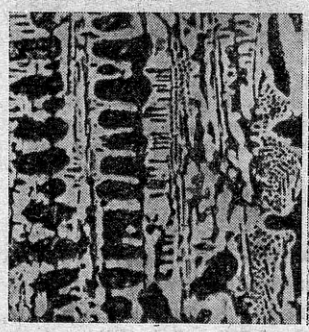
Joon. 3. Teras 0,9% *C*. Perliit, 200 × suurendatud.



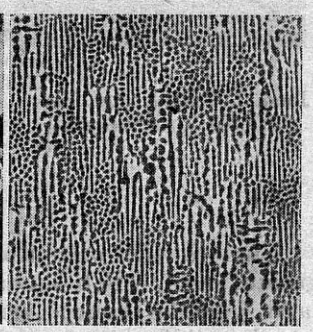
Joon. 4. Teras 1,2% *C*. Tsementiit asub heledate soontena perliidi vahel, 200 × suurendatud.

Tsementiit on väga kõva ja rabe, süsiniku hulga suurenemisel üle 0,9% tõuseb seetõttu sulami kõvadus ja rabedus. *Joon. 5* kujutab raud-süsinik-sulamit suure hulga süsinikuga, s. o. suure tsementiidisisaldusega.

Süsiniku hulga sisaldusel 4,3% terve sulami siseehitus koosneb tihedast perliidi ja tsementiidi segust. Seda siseehitust nimetatakse ledeburiidiks (*joon. 6.*). See väga kõva ja rabe siseehitus esineb valges malmis.



Joon. 5. Raud-süsinik-sulam suure hulga süsinikuga; suur hulk tsementiiti, 100 × suurendatud.



Joon. 6. Raud-süsinik-sulam 4,3% *C*. Ledeburiit, 100 × suurendatud.

Raud-süsinik-sulami sulamistemperatuur sõltub süsiniku hulgast. Puhas raud sulab 1528° C juures, kuid raud-süsinik sulam 4,3% süsinikuga sulab 1152° C juures. Tehniline malm sisaldab süsinikku 2,4...4,0%, vastavalt sellele on sulamise temperatuur 1350° ja 1200° C vahel.

Väga aeglasel jahtumisel laguneb tsementiit oma algosadeks, s. o. ferriidiks ja grafiidiks. Viimane sadeneb ferriiditerakeste vahele grafiidilehekeste näol.

Kui grafiit esineb jämedate suurte lehekestena, siis, olles ise täiesti tugevuseta aine, lõhestab see materjalimassi, vähendades selle tugevust (*joon. 7*). Kui grafiit esineb peenikeste ühtlaselt jaotatud lehekestena, on selle kahjustav toime väiksem (*joon. 8*), ning selline sulam on paremate tugevusomadustega.

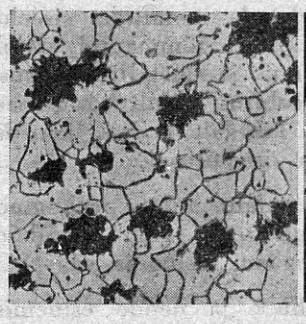
Joon. 7. Malm jämedate grafiidi kogumitega, 100 × suurendatud.

Joon. 8. Malm peenetoimeliste grafiidi kogumitega, 100 × suurendatud.

Veel parem on siseehitus, kui grafiit esineb sulamis kuulikeste ja peente kõverate niidikeste näol (*joon. 9*). Säärane siseehitus esineb tempervalus ja erimenetlustega käideldud malmiliikides.

Räni (*Si*). Süsiniku kõrval on räni tähtsaim lisand malmis. Räni avaldab suurt mõju süsiniku esinemislaadile malmvalatises. Räni annab raua ja süsinikuga ühendused, nn. silitsiidid, mis ei esine iseseisva metallograafilise komponendina, s. o. ei ole mikroskoobi all nähtavad. Silitsiidid vähendavad rauaga keemiliselt ühinenud süsiniku hulka, soodustades grafiidi tekkimist. Räni hulga suurendamisel malmis suureneb ka grafiidi ja ferriidi hulk. Tehniliselt rakendatavas malmis räni hulk on 1...3%.

Mangaan (*Mn*) esineb malmis mangaan-süsiniku ühendusena nn. mangaan-karbiidina. Hallis malmis mangaan soodustab grafiidi sadenemist väiksemate lehekestena, mistõttu tõuseb valatise tugevus.



Joon. 9. Malm väga peenetoimeliste grafiidi kogumitega, 100 × suurendatud.

Joon. 10. Fosforirikas malm. Jäme grafiit ja fosfiit-eutektikum, 100 × suurendatud.

Mangaanisisaldusel üle 0,6% tõstab see rauakarbiidi püsivust, takistades selle lagunemist räni mõjul, ühes sellega tõuseb ka valatise kõvadus.

Valatistes, mida töötletakse teraga lõikamise teel, tuleb liigse kõvaduse vältimiseks *Mn*-sisaldus hoida alla 0,7%. Mangaani karbiitide tekkimine kutsub esile valatises sisemisi pingeid, mistõttu õhukestes valatistes mangaani-sisaldus piiratakse 0,5%-ga. Mangaan ühineb kergesti hapniku ja väävliga. Seetõttu kõrgendatakse mangaani hulka ränirikastel malmidel, et kaitsta räni väljapõletamise eest sulatamisel. Väävliga annab mangaan keemilise ühendi, mangaansulfiidi, mis tõuseb sulamalmi pinnale, kus ta on šlakina ehk räbuna eraldatav. Mangaani hulk harilikes valatistes on 0,4 ... 0,5%.

Väävel (*S*) vähendab malmi vedelust, halvendades seega valatavust. Samuti takistab väävel raua-karbiidi lagunemist, tõstes seega valatise kõvadust. Veel suurendab väävel malmi kahanemist ja rabedust. Veel oletatakse, et väävel soodustab kahanemise tühemikkude ja poorsuse tekkimist. Väävli kahjuliku toime vastu võideldakse mangaani hulga suurendamisega. Harilikult väävli hulk malmis on 0,06 ... 0,08%.

Fosfor (*P*). Vähesel määral pole fosfor malmis kahjulik. Fosfor on malmis hästi lahustuv ja soodustab oma ühendite madala sulamistemperatuuri tõttu malmi vedelust. Seetõttu on õhukeseseinalistele valudele fosfori lisand väga tarvilik.

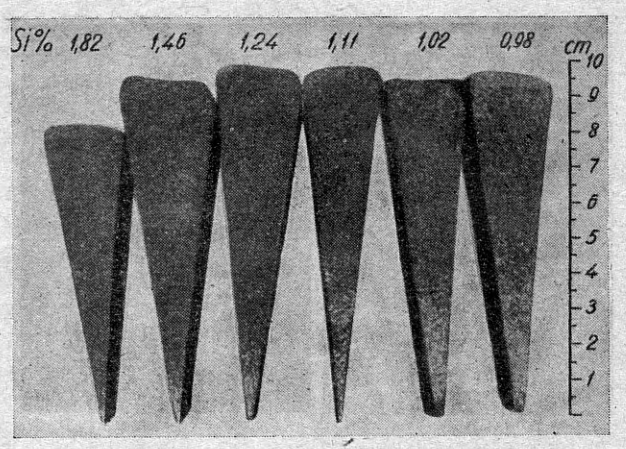
Fosfori lisand suuremal määral soodustab raua-karbiidi lagunemist, s. o. valatise rabedust. Fosfori ühendused esinevad valatises iseseisva metallograafilise komponendina, ning olles kõvad ja sitked tõstavad nad valatise kulumiskindlust ja raskendavad töötlemist.

Kvaliteetmalmil fosforisisaldus on maksimaalselt 0,3 ... 0,4%. *Joon. 10* kujutab fosforirikast malmi, milles kirjud laigud kujutavad fosfori ühendit raua ja süsinikuga, nn. fosfiit-eutektikumi.

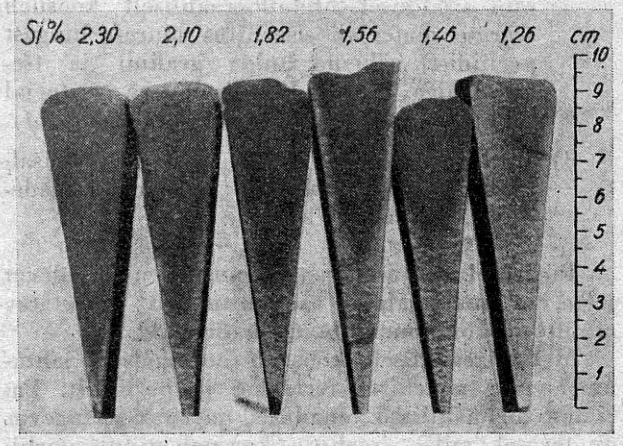
Jahtumise tingimuste toime siseehitusele. Tänapäeva tõekspidamiste järgi on kuumvedelas rauas süsinik lahustunud olekus, ning alles aeglasel jahtumisel sadeneb sulamist süsinik, moodustades grafiidi pesad. Kuna see sadenemine nõuab teatavat kestust, siis kiirel jahtumisel ei jõua süsinik sadeneda ning jääb hangunud valatises püsima tsementiidina; nii tekib valge malm.

Valatise jahtumise kiirust mõjutab valatise suurus. Paksude seintega valatised jahtuvad aeglasemalt kui õhukesed, selle tagajärjel samal malmi koostisel paksus seinas sadeneb enam grafiiti kui õhukeses ning paksu seina siseehitus tekib grafiidirikas, kuna õhuke sein kiirema jahtumise tõttu sisaldab suurel määral tsementiiti.

Kuna räni mõjub grafiitivalt, siis räni hulga tõstmisega soodustatakse grafiitimist ka õhukesel seinal. Järelikult — et takistada õhukeste seinte jahtumist valge malmina, tuleb need valada ränirikkamad kui paksud.



Joon. 11. Räni toime siseehitusele. Mitmesuguse ränisisaldusega kiilukujulised katsekehad valatud liivas. ($C = 3{,}35\%$).



Joon. 12. Räni toime siseehitusele kiirendatud jahtumisel. Mitmesuguse ränisisaldusega kiilukujulised katsekehad valatud kokillis.

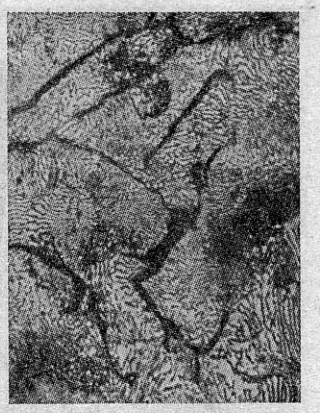
Ülaltoodu põhjal võib järeldada, et siseehituse kujunemisele mõjuvad järgmised tegurid:

a) süsiniku ja räni hulk,
b) jahtumise tingimused ja valatise seinapaksus.

Piltlikult kujutab räni ja jahutamise tingimuste mõju kiilu katse. *Joon. 11* kujutab liivas valatud muutuva ränihulgaga kiilusid. *Joon. 12* samasuguseid kiilusid valatult metallvormi. Valgelt hangunud pindade suurus näitab selgesti räni ja jahtumistingimuste toimet malmi siseehitusele. Küllaldase ränisisalduse puhul esinevad malmis järgmised metallograafilised komponendid: grafiit, ferriit, perliit, ledeburiit. Sõltuvalt räni hulgast ja jahtumise tingimustest võib mõni neist siseehituse rühmadest olla ülekaalus. Vastavalt sellele on malm jaotatav järgmistesse rühmadesse:

1) Ferriitiline malm. Tekib suurel ränisisaldusel. Metallograafiliselt koosneb säärase malmi siseehitus ferriidist ja grafiidist. Selline materjal on pehme ja vähese tugevusega (*joon. 13*).

Joon. 13. Ferriitiline malm, 500 × suurendatud.



Joon. 14. Perliitiline malm, 500 × suurendatud.

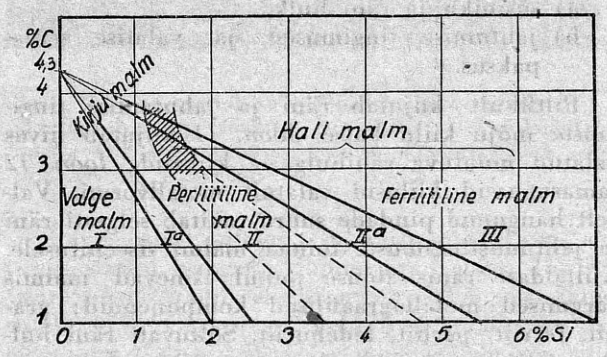
2) Perliitiline malm. Tekib mõõdukal räni sisaldusel. Metallograafiliselt koosneb säärase materjali siseehitus suurest hulgast perliidist, vähema hulga grafiidi ja tsementiidiga. Tehnoloogiliselt see materjal on tugev ja keskmise kõvadusega (*joon. 14*).

3) Valge malm. Tekib vähesel ränisisaldusel, sisaldab rohkesti tsementiiti ledeburiidi kujul, on kõva ja rabe.

Püsivatel jahtumise tingimustel näib olevat selge, et malmvalatise siseehitus on mõjutatav ainult peakomponentide *C* ja *Si* hulgast.

Metallograafiliselt koosneb normaalselt jahtunud terase siseehitus ferriidist ja perliidist. Parimad mehaanilised omadused ja suurim tugevus on terasel, mille siseehitus koosneb ainult perliidist, ilma vaba ferriidi ja tsementiidi lisandita.

Sama nõue on teataval määral kehtiv ka heade tugevusomadustega malmi siseehituse kohta, ainult selle vahega, et malm sisaldab süsinikku 2,8...4% piirides, mistõttu terve selle hulga sidumine perliidina on võimatu.



Joon. 15. Maureri nomogramm. Valatise siseehitus keskmistel jahtumise tingimustel õhukuivades vormides. Valatise läbimõõt 30 mm.

Küllaldasel ränisisaldusel sadeneb malmis perliitilisest struktuurist „ülejäänud" süsinik grafiidina suuremate või vähemate lehekeste kujul. Sellise vähese tugevusega võõrkeha lisand perliitilises massis vähendab selle tugevust eriti siis, kui grafiit esineb suurte jämedate lehekeste või koguni massi lõhestavate soonte kujul.

Sellest järgneb, et süsiniku hulga vähendamine malmvalatises vähendab vaba grafiidi hulka, s. o. tõstab malmi tugevust. Tundes räni grafiitivat mõju võib sama tagajärge ennustada ka räni hulga vähendamisel valatises.

Kuna perliitiline malmi siseehitus on oletatavast parimate tugevusomadustega, siis tuleb kõigi valamisel ja sulatamisel rakendatavate abinõudega püüda mõjutada valatise hangumist perliitilise siseehitusega ühes võimalikult vähese või võimalikult peenelt jaotatud vaba süsinikuga.

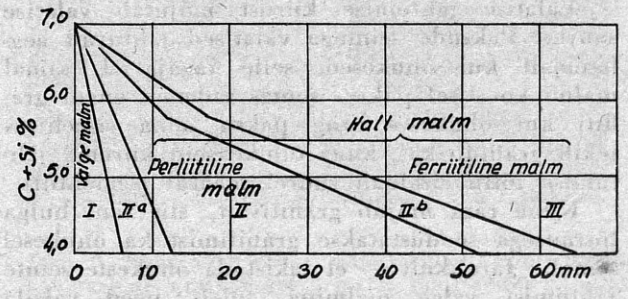
Tänapäeva malmitehnoloogia põhitööna avaldas Maurer 1924. a. nomogrammi, milles malmvalatise siseehituse mikrostruktuurne iseloom on avaldatud sõltuvana *C* ja *Si* hulga vastastikusest suhtest (*joon. 15*).

Maureri järgi jagunevad malmvalatised vastavalt *C*- ja *Si*-sisaldusele järgmistesse mikrostruktuursetesse rühmadesse:

Väli I — valge malm; siseehitus tsementiit + perliit
„ Ia — kirju (meliert) malm; siseehitus tsementiit + perliit + grafiit
„ II — hall malm; siseehitus perliit + grafiit
„ IIa — hall malm; siseehitus perliit + grafiit + ferriit
„ III — hall malm; siseehitus ferriit + grafiit.

Maureri nomogramm on kehtiv valatise normaalsetel jahtumistingimustel muldvormis seinapaksustel 30 mm ∅ süsinikusisaldusel kuni 3,7%. Maureri üksikute siseehituste väljade teoreetiline siseehitus ei ühti tegelikkusega, vaid seal tekib kirju (saksa keeles *meliert*) malm sarnaselt väljale IIa. Maureri nomogrammi põhjal võib järeldada, et perliitilises väljas II asuvad valatised peaksid olema parimate tugevusomadustega. Nagu hilisemate autorite tööd tõendavad, vastab see oletus tõele.

Maureri nomogramm, olles koostatud ümarikule valatisele läbimõõduga 30 mm, ei võimalda ülevaadet seinapaksuse mõju suurusest sisestruktuurile. Selle puuduse kõrvaldasid Greiner ja Klingenstein, avaldades 1928. a. nomogrammi, milles siseehitus on antud sõltuvalt valatise seinapaksusest ja peakomponentide $C + Si$ summast, (*joon. 16*). Komponendi *C* hulk on sealjuures alati vähemalt 2,8%.



Joon. 16. Greiner-Klingensteini nomogramm. Valatise siseehituse sõltuvus *C* ja *Si* hulgast ning seinapaksusest.

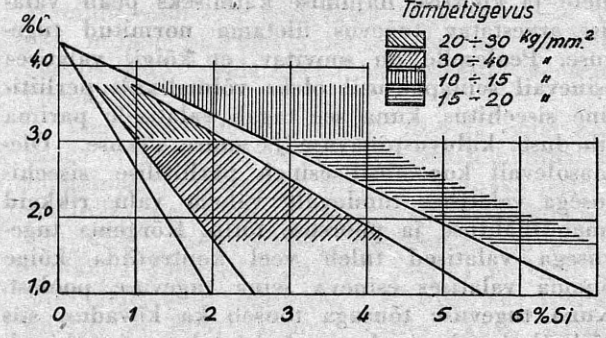
Greiner-Klingensteini nomogrammist selgub, et madalal peakomponentide *C* ja *Si* summal perliitiline väli on suurema ulatusega, s. o. jahtumise tingimused ja seinapaksused avaldavad siseehitusele vähem mõju kui suurel $C + Si$ summal.

Maureri ja Klingensteini nomogrammid annavad teatava kujutluse võimalikust siseehitusest antud koostisel, kuid ei anna mingit pidepunkti valatise absoluutsest väärtusest, s. o. tugevusest.

Maureri järgi võib valatises, mille läbimõõt on 30 mm, saada perliitilist siseehitust tervel real lahkuminevate peakomponentide suurustel; näit.: $C = 3{,}5\%$ ja $Si = 1{,}0\%$ ning $C = 2{,}5\%$ ja $Si = 2{,}3\%$ juures annab valatis perliitilise siseehituse, kuid sugugi mitte ühesuguse tugevuse, sest vaba grafiidi sadenemise ja jaotuse tingimused ning vaba grafiidi hulk ei ole ühesuurused.

Järelikult võib oletada, et Maureri nomogrammi ühenimeliste väljade piirides muutuvate *C* ja *Si*-ga koostatud valatised on lahkumineva tugevusega.

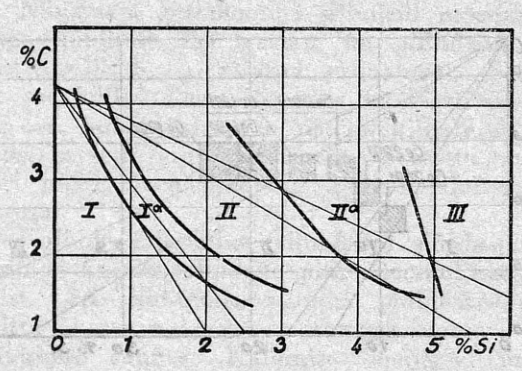
Kleiber märkis Maureri nomogrammis väljad mitmesuguste tugevustega valatistele läbimõõduga 30 mm (*joon. 17*).



Joon. 17. Malmvalatiste rühmitus tõmbetugevuse kohaselt Maureri nomogrammis Kleiberi järgi.

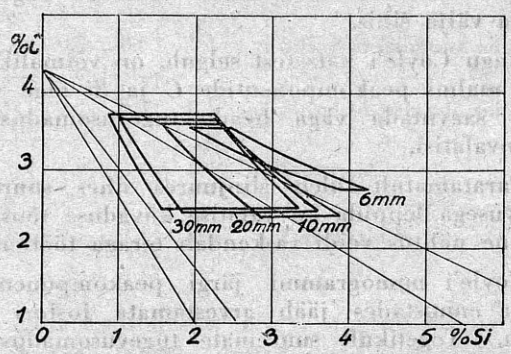
Kleiberi töö kinnitab oletust, et langeva *C*-sisaldusega tõuseb valatise tugevus. Samuti, et suurima tugevuse annab perliitiline siseehitus.

Maureri nomogramm lahendab siseehituse küsimuse põhimõtteliselt, kuid ei ole sobiv erinevail sulatamise ja jahtumise tingimustel. Süsiniku esinemislaadi valatises mõjutab juba sulatamise seadis, s. o. ahju liik (kaevusahi, tiigelahi, trummelahi jne.), samuti vormide temperatuur ja niiskusesisaldus ja valamise moodus. Järelikult igal erineval tehnoloogilisel tingimustel esinevad struktuuriväljad Maureri nomogrammis eri paikades.



Joon. 18. Uhlitzch ja Weichelti nomogramm. Tiigelahjust märga vormi valatud katsekehade 30 mm ∅ siseehitus Maureri nomogrammis.

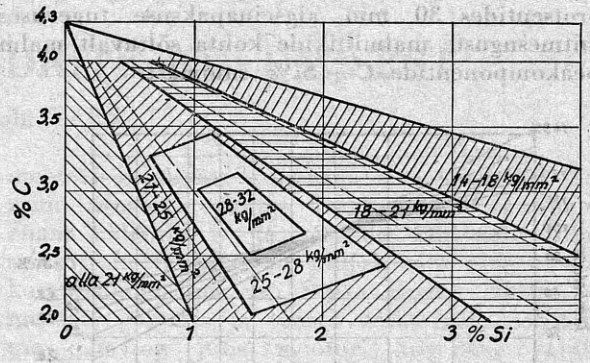
Joon. 18 on kujutatud Uhlitsch ja Weichelti poolt koostatud struktuuri väljade jaotus malmi sulatusel tiigelahjus ja jahtumisel märgades vormides, valatise mõõtmisel 30 mm ∅. Peente joontega on kujutatud Maureri nomogramm. Nagu näha, esineb siseehituse väljade jaotuses tunduvaid lahkuminekuid, eriti nomogrammi ülemises osas.



Joon. 19. Perliitilise välja nihkumine muutuval valatise paksusel Maureri nomogrammis.

Suurt mõju üksikute struktuuriväljade ulatusele avaldavad valatise mõõtmed. *Joon. 19* kujutab perliitilise välja asendeid valatise mõõtmeil 30, 20, 10 ja 6 mm ∅. Nomogrammist nähtub, et õhemail paksusil, s. o. kiiremal jahutusel nihkub perliitiline väli suurema *Si*-sisalduse poole. Need väljad on kujutatud süsinikusisaldusel piirides, nagu seda on võimalik toota kaevusahjus.

Väga põhjaliku töö Maureri nomogrammi sobituseks tegelikkusega täitis F. B. Coyle 1929. a. Tema kandis 3000 valatise tegelikud tugevusandmed Maureri nomogrammi ning piiras ühte tugevusrühma kuuluvad valatise koostised piirjoontega (*joon. 20*).



Joon. 20. Coyle'i nomogramm.

Coyle'i katsed tõendasid veel kord Maureri nomogrammi tõepärasust ja oletust, et perliitilises väljas, eriti madalatel *C*-sisaldustel grafiidi vähenemise tõttu on saavutatav suurem valatise tugevus. Coyle toimetas oma katsed *Mn*-sisaldusel 0,7% piirides, valatistega, millede läbimõõt oli 30 mm.

Suurima tugevusega väli Coyle'i nomogrammis asub perliitilises väljas madalama ränihulga sisalduse poolel ning süsinikusisaldusel alla 3%.

Kõik kolm autorit: Maurer, Klingenstein ja Coyle koostasid oma andmed „normaalsetel jahtumise tingimustel", s. o. normaalse temperatuuriga valatud malmi jahtumisel muldvormis.

Praktiliseks rakendamiseks Coyle'i ja Maureri nomogrammid ei ole absoluutsed, s. o. ei ole sobivad igal sulatusseadmel, sulatamise tingimustel ja toormaterjalil, kuid annavad küllaldaselt aluseid valatise koostise suunamises soovitud tugevust andva välja sihis.

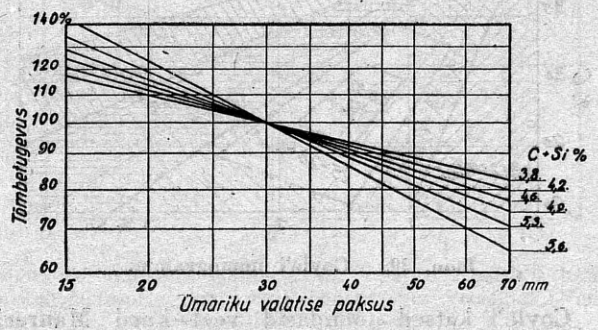
Nagu Coyle'i katsetest selgub, on võimalik ainult malmi peakomponentide *C* ja *Si* õige valikuga saavutada väga heade tugevusomadustega malmvalatisi.

Paratamatult tuleb siinjuures ühes suurema tugevusega leppida ka valatise kõvaduse tõusuga, milline nähtus veidi raskendab teraga töötlemist.

Coyle'i nomogrammi järgi peakomponentide hulka ennustades jääb arvestamata fosfori (*P*) mõju. Tegelikult suuremate tugevusomadustega valatistel nõutakse P hulka 0,3 ... 0,6%, missugustes piirides selle toime tugevusele on väike, ning võib jääda arvestamata.

Coyle-Maureri töödel oleks väike väärtus, kui nende järgi määratud tugevusandmed ei oleks taandatavad mitmesugustele seinapaksustele.

Rohkete katsete najal on selgunud, et tugevuse muutus lahkuminevatel seinapaksustel on sõltuv valatise keemilisest koostisest ja valatise kujust (lamedad või silindrilised seinad). Teades valatise keemilist koosseisu ja tõmbetugevust algseinapaksustel, saab arvutuse teel määrata valatise tõmbetugevust igal soovitaval seinapaksusel. Arvestuse lihtsustamiseks tarvitatakse vastavaid nomogramme. *Joon. 21* on kujutatud malmi tõmbetugevus seinapaksustel 15 ... 70 mm ∅ avaldatud protsentides 30 mm algseinapaksuse tugevusest mitmesuguste malmiliikide kohta sõltuvalt malmi peakomponentide $C + Si\%$ summast.



Joon. 21. Malmi tõmbetugevus sõltuvalt valatise seina paksusest.

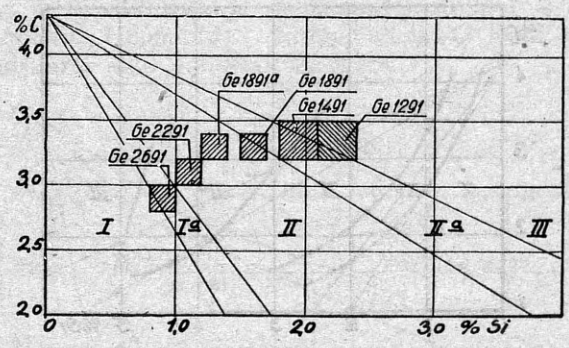
Malmvalatise tõmbetugevused on *DIN 1691* järgi normitud viide rühma. Põhiandmed on kehtivad valatise läbimõõdule 30 mm. Teissuguseil mõõtmeil on vastavalt jahtumise kiiruse muutumisele ka vastavad tugevusandmed samal koosseisul teised. Allpooltoodud tabelis on antud normitud tugevusandmed seinapaksusele 30 mm ∅ ja veel erinevaile seinapaksustele 20 ja 45 mm ∅. Viimaste tugevus on määratud nomogrammist joon. 21. ning ümmardatud täisarvudeks. Samas on antud ka lamedate seinte paksused, millede jahtumise tingimused, ühes sellega ka tugevus, ühtivad vastava silindrilise kehaga.

Valatise läbimõõt mm	Lameda seina paksus mm	Tõmbetugevus kg/mm² mitm. kvaliteedil			
		Ge. 1491	Ge. 1891	Ge. 2291	Ge. 2691
20	8...15	16	20	24	28
30	15,1...30	14	18	22	26
45	30,1...50	12	15	19	23

Võttes normitud tõmbetugevused aluseks võib Coyle'i ja Maureri andmete najal määrata vajalikku valatise koosseisu soovitud DIN kvaliteedil.

Kuna *DIN 1691* järgi normitud tõmbetugevused on arvestatud minimaalseina, siis tugevusandmete ja koostise hajumise katmiseks peab valatise arvestatav tugevus ületama normitud tugevuse. Pealeselle on soovitav, et kõigil valatises esinevail seinapaksusil oleks võimalikult perliitiline siseehitus, kuna see tagab valatisele parima tiheduse, kuluvuspidavuse ja suure sitkuse. Olemasolevail kogemusil esineb perliitilise siseehitusega valatistes tunduvalt vähem valu rikkeid imemisnähtuse ja poorsuse tõttu. Kõrgema tugevusega valatised tuleb veel kontrollida kõige õhema valatises esineva seina tugevuse poolest. Kuna tugevuse tõusuga tõuseb ka kõvadus, siis võib õhukesel seinal esineda kõvadus, mis takistab teraga töötlemist. Praktiliselt on rahuldavalt teraga töötletava perliitilise malmi kõvaduse ülemine piir 220 Brinelli ühikut (H_{br}), mis vastab umbes 30 kg/mm² tõmbetugevusele.

Nagu *joon. 21* kujutatud seinamõju nomogrammist selgub, muutub väikesel $C + Si$ suurusel valatise tugevus lahkumineval seinapaksusel vähem kui suurel $C + Si$ summal. Järelikult tuleb seinamõju vähendamiseks valatis koostada võimalikult väikese $C + Si$ piirides.



Joon. 22. Sipp'i poolt soovitatud malmikoostised DIN 1691 kvaliteetidele seinapaksusel 30 mm ∅ kujutatuna Maureri nomogrammis.

K. Sipp arvestades ülatoodud asjaolusid, andis *DIN 1691* nõuete täiteks rea malmi koostisi, millised sobivad kaevusahju režiimile seinapaksusel 30 mm ∅.

1) Parimad malmi tugevuse omadused on perliitilisel siseehitusel.
2) Malmvalatise tugevus sõltub selle siseehitusest, mis omakord oleneb keemilisest koostisest ja jahtumise tingimustest.

Kvaliteet	H_{br}	*C* %	*Si* %	*C* + *Si* %	*Mn* %	*P* %	*S* %	Rakendus
Ge. 12.91	—	3,2...3,5	2,1...2,4	5,6 ± 0,3	0,6 ± 0,1	0,8...1,1	0,12	Lihtvalu
Ge. 14.91	150	3,2...3,5	1,8...2,1	5,3 ± 0,3	0,6 ± 0,1	0,6...0,8	0,12	Harilik valu
Ge. 18.91	170	3,2...3,4	1,5...1,7	4,9 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,3...0,5	0,1	Silindrid õhukeste seintega
Ge. 18.91[a]	170	3,2...3,4	1,2...1,4	4,6 ± 0,2	0,7 ± 0,1	0,3...0,5	0,1	Silindrid paksude seintega
Ge. 22.91	180	3,0...3,2	1,0...1,2	4,2 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,2...0,4	0,12	Perliitvalu
Ge. 26.91	190	2,8...3,0	0,8...1,0	3,8 ± 0,2	0,9 ± 0,1	0,2...0,4	0,12	Perliitvalu

Sipp'i analüüside kujutamisel Maureri nomogrammis esinevad seal igale tugevusastmele väljad, millede piirides valatise koostise hoidmine kaevusahjust valamisel on täiesti teostatav (*joon. 22*).

Tugevusandmete hajumine ühe ja sama koostisega valatiste juures on paratamatu nähtus, sest sulatamise ja jahtumise tingimised on ka paremal režiimil muutuvad. Eriti märgatavale kõikumisele allub kaevusahjus temperatuur ja koostis üksikute väljalasete juures. Samuti mõjutab valatise jahtumise tingimusi, s. o. tugevust: vormide niiskus ja temperatuur, valatise kaal, kärnide suurus jne.

Käsiteldud materjali põhjal on selge, et:

3) Kihi koostamine mingi tugevusrühma jaoks ei vaja täpset koostist, vaid võimaldab peakomponentide *C* ja *Si* hulga hajumist teatavais piirides.
4) Ühel tugevusrühmal esineb igale seinapaksusele eri koostis.
5) Kaevusahjust saab normaalseil sulatamistingimustel ainult malmi peakomponentide *C* ja *Si* õigel valikul toota valatisi tõmbetugevusega, mis vastavad *DIN 1691* nõudeile.

Perliitilise valu rakendamine rahuldab peamisi nüüdisaja valutehnilisi tingimusi ja võimaldab ka projekteerimisel julgesti arvestada normitud tugevusi, missugune asjaolu annab odavamaid ja kergemaid konstruktsioone.

AUTOMOOTORI SILINDRITE KULUMISEST

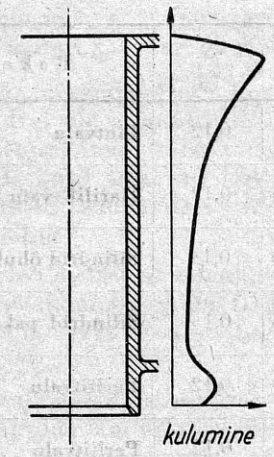
Dipl. ins. Joh. TÄKS

Nüüdisaja automootori silindrid moodustavad peagu üldiselt ühe terviku, nn. silindrite ploki, mis harilikult on valatud erimalmist. Sellisena on see küllalt keeruline ning ka võrdlemisi kallis osa, mille valmistus nõuab küllaldasi kogemusi ja vastavaid eriseadmeid. Seetõttu on mootori ploki eluea pikendus küllalt olulise tähtsusega.

Kolbide liikumine silindrites põhjustab nii kolbide kui ka silindrite pinna loomulikku kulumist. See kulumine silindri põiklõikes ei ole mitte ühesugune, vaid on suurem mootori kepsu liikumise suunas. Kulumise tagajärjel muutub silindri läbilõige ovaalseks. See ovaalsus, s. o. silindri läbimõõtude vahe, võib tõusta kuni 0,2...0,5 mm. Kui see ei ületa 0,2 mm, on mootori rahuldav töötamine veel võimalik. Suurema ovaalsuse juures kolvi rõngad ei tihenda enam küllaldaselt ja gaaside läbivool silindri seina ja kolvi vahelt on küllalt suur ning mootori kompressioon langeb. Seega langeb ühtlasi ka mootori võimsus ja tõuseb selle määrdeõli-tarvitus. Siis on juba mootori korrastus vajalik. Mootori silindrid tuleb üle puurida või lihvida ja kolvid ning kolvirõngad uuendada.

Ka pikuti silindrit ei ole kulumine mitte ühtlane. *Joon. 1* on toodud silindri kulumise normaalkõver. Nagu sellest nähtub, on kulumine kõige suurem silindri ülemises osas, kõige väiksem keskel, ja on alumises osas jälle suurem. Silindri ülemises osas tekkiv suurem kulumine ei ole tingitud mitte ainuüksi kolvi ja kolvirõn-

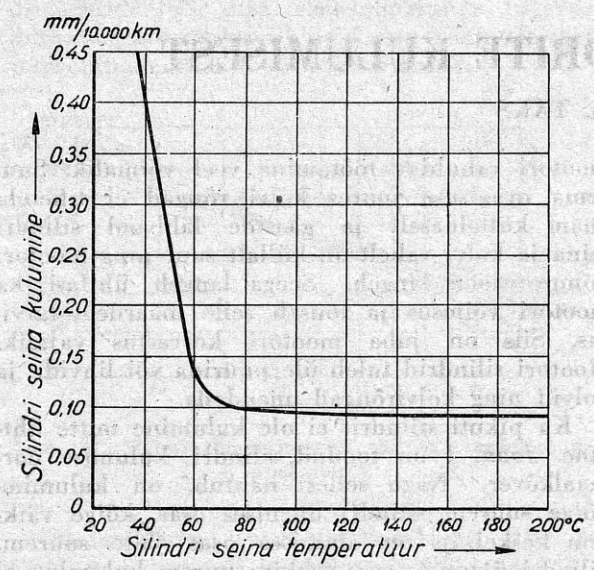
gaste hõõrumisest. Selle nähtuse põhjuseks on veel sööbenähtused. Seda peamiselt siis, kui mootori silindrid on külmad, nagu mootori käivitamisel ja tühikäigul, eriti veel külmal aastaajal. Bensiini-õhu segu põlemisel mootori silind-



Joon. 1. Automootori silindri seina kulumine pikuti silindrit.

reis tekib võrdlemisi palju veeauru. Nii tekib ühe kg bensiini põlemisel umbes üks liiter vett veeauru näol. Kui silindri seinad on veel külmad, siis osa veeauru sadestub vee näol silindri seintele. Peale veeauru leidub põlemisgasides veel u. 8...10% süsihappegaasi ja harilikult vähesel määral ka vääveldioksüüdgaasi. Nende gaaside olemasolu tõttu silindri seinale sadestuv veeaur mõjub sööbivalt, nii silindri seina pinda katvale õhukesele õlikihile kui ka silindri seina metallpinnale. Selle tagajärjel silindri seina pind kattub väga peente sööbeaukudega.

Puuduliku õlikihi tagajärjel tekib veel kuiv hõõrumine ja seega suur kulumine. Need nähtused kaovad, kui silindri seina temperatuur on küllalt kõrge. Pealeselle mõjuvad sööbivalt silindri seinale veel surve all olevad põlemisgaasid kõrge temperatuuri juures.



Joon. 2. Automootori silindri seina kulumine olenevalt silindri seina temperatuurist.

Joon. 2 on näha silindri seina kulumise kõver olenedes silindri seina temperatuurist. See kõver on vastavate tegelike katsete tulemus. Sellest nähtub, et kulumine suureneb väga tunduvalt, kui silindri seina temperatuur langeb alla 75... 80° C. Nii näiteks on kulumine 40° C juures umbes neli korda suurem kui 80° C juures. Seega on ka seletatav ülejahutatud mootori kiire kulumine. Need juhtumid ei ole mitte haruldased, kus automootor külmal aastaajal töötades juba 10 000 km sõidu järele on niivõrd kulunud, et silindrid tuli üle puurida ja kolvid uuendada. Siin on harilikult tegemist asjaoluga, et mootor töötas liiga külmalt. See võib autoga kergesti juhtuda talvel linnasõitudel, kus sagedaste peatuste tagajärjel mootor töötab iga käivituse järele teatava aja külmalt, enne kui ta soojeneb. Ka on see võimalik siis, kui mootor talvel ei ole küllalt kaetud. Tegelikult peaks mootor kohe peale käivitust, või veel parem enne käivitust, normaalse soojuse, s. o. 80...85° C kätte saama. See on enam-vähem võimalik siis, kui auto külmal aastaajal ei seisa öösiti ja sõitude vaheajal mitte väljas, vaid on paigutatud sooja garaaži. Veel aitab oluliselt mootori temperatuuri tarvilisel kõrgusel hoida korralikult töötav termostaat-klapp, mis reguleerib jahutusvee ringvoolu. Tegelikult on termostaadiga varustatud kõik paremad automootorid.

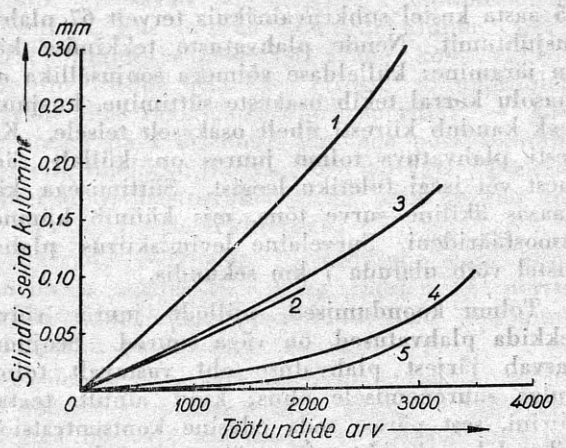
Veel soodustab silindrite kulumist külmaga käivitamine, kui silindrisse imetava bensiini-õhu segu katab bensiiniga silindri seinu ja seega rikub silindri seina katva õlikihi.

Erilist ettevaatust nõuavad ülalt-alla töötavad gaasistajad, nagu need viimasel ajal on tarvitusel. Siin satub silindrisse harilikult väga bensiinirikas segu ja kui mootor kohe ei sütti, satub liiga palju bensiini silindritesse, mis jookseb silindri ja kolvi vahelt mootori karteris olevasse õlisse. Seega rikutakse mitte ainult silindri seina kattev õlikiht, vaid ka mootori karteris olev õli kaotab bensiiniga segunemisel oma normaalse määrdevõime.

Mootori silindrite kulumine sõltub väga suurel määral veel silindrite materjalist. Automootori silindreid on kahesuguse ehitusviiga. Ühel juhtumil on silindrid koos mootori plokiga valatud ja moodustavad ühe terviku. Teisel juhtumil on silindri kestad mootori ploki sees vahetatavad. Esimesel juhtumil on mootori ploki valmistuskulud harilikult odavamad ja tegelikult on valdav enamus automootoreid sellise ehitusega. Vahetatavate silindri kestade juures on aga võimalus mootori plokk valmistada harilikust malmist, kuna sissekäivad silindri kestad on aga võimalik valmistada väärtuslikumast ja seega ka vastupidavamast materjalist. Viimane ehitusviis on peamiselt üksikute firmade veoauto- ja traktorimootorite juures tarvitusel.

Joon. 3 on näidatud katseil saadud andmed mitmesugusest materjalist valmistatud automootori silindrite ja silindri kestade kulumise kohta. Nagu neist andmeist nähtub, on harilik malmvalu kulumisele kõige vähem vastupidav. Vastu-

pidavust kulumisele tõstab, eriti kõrgemate temperatuuride juures, kroomi ja nikli sisaldus malmis. Nii näiteks on malmist mootori silinder, mis sisaldab umbes 2% kroomi ja 6% niklit, kulumisele umbes kaks korda vastupidavam kui ilma nende ainete lisandita. Nikli asemel tarvitatav molübdeen avaldab sama mõju. Ka väike väsesisaldus malmis mõjub soodsalt. Veel avaldab mõju kulumisele fosfori sisaldus malmis. Nii on fosforivabast malmist silindrite kulumine u. 50% suurem kui siis, kui malmis on u. 0,5% fosforit.



Joon. 3. Mitmesugusest materjalist automootori silindrite ja silindri kestade kulumine: 1 — malmist kest, 2 — kroomnikkelmalmist kest, 3 — nitreeritud terasest kest, 4 — kroomitud kest, 5 — kroomitud silinder.

Häid tulemusi on andnud silindri kulumispindade katmine õhukese, kuni 0,1 mm paksuse kroomi korraga. Nagu *joon. 3* näha, on kromeeritud silindrite juures 2500 töötunni järele kulumine umbes kümme korda väiksem kui harilikust malmvalust silindri kulumispinna juures. Silindrite ja silindri kestade kulumispindade kroomiga katmist teostatakse elektrolüütilisel teel. Peale kroomimist lihvitakse silindri pinnad veel täpselt üle. Kroomi soodus mõju ilmneb eriti sõõbenähtuste tunduval vähenemisel kõrge temperatuuri juures.

Peale kroomitud silindrikestade tarvitatakse veel nitreeritud kesti. Viimased on aga terasest. Nitreerimine toimub sel teel, et 500 ... 600° C temperatuuri juures silindri kesta kulumispind hoitakse pikemat aega, kuni 48 tundi ja enam, ammoniaakgaasi voolus. Siis tekivad terase pinnal rauа- ja lämmastikuühendid, nagu Fe_2N, Fe_4N j. t., ja terase pind muutub väga kõvaks, veel kõvemaks kui tsementeerimisel, ja seega ka kulumisele vastupidavamaks. Nitreerimiseks kõlbavad ainult legeeritud eriterased, mis sisaldavad kroomi, alumiiniumi, molübdeeni jne. Hariliku terase pind muutub nitreerimisel küll kõvaks, kuid sealjuures ka väga hapraks.

Automootori silindrite kulumine on veel sõltuv kolvi liikumise kiirusest mootori silindris. See kulumine on seda suurem, mida suurem on kolvi liikumise kiirus. Seetõttu suuremate tiirudega mootor kulub ka kiiremini kui aeglaste tiirudega mootor. Nagu teada, suureneb mootori võimsus tiirude suurenemisel. See võimsuse suurenemine toimub kuni teatava piirini, olenedes mootori ehitusest. Mida väiksem on mootori võimsus võrreldes auto kaaluga, seda suuremate tiirudega peab mootor töötama. Iseloomustavaks arvuks on siin auto „kiirkäik", s. o. mootori tiirude arv otseühendusel 100 m sõiduteel. Suurematel autodel on kiirkäik 160 ... 200 ja tõuseb väikeste autode juures kuni 275. Vastavalt sellele on kolvi kiirused sõiduautodel kuni 14 m/sek. ja veoautodel 6 ... 10 m/sek. Nagu kogemused on näidanud, ei või normaaltarvituseks määratud sõidu- või veoauto mootori kolvi keskmine kiirus 100 km tunnikiiruse juures mitte ületada 10 m/sek. Vastasel korral on silindrite kulumine ebaharilikult kiire.

Kolvi liikumise kiirus oleneb ka kolvi käigust. Väiksema kolvi- käigu juures on ka kolvi kiirus väiksem. Et seda saavutada, vähendatakse väiksemate mootorite juures kolvi käiku isegi alla silindri läbimõõdu, hoolimata sellest, et sellega on seotud ka oma puudused, nagu küttekulu tõus, suurem kolvi külgsurve jne. Nii näiteks on 1,3 ltr. Opel-sõiduauto silindri läbimõõt 80 mm, kolvi käik aga 74 mm.

Üheks järgmiseks mootori silindri kulumist mõjutavaks teguriks on määrimine. On loomulik, et hea õli vähendab silindrite kulumist, kuna mittesobiv õli kulumist suurendab. Laboratoorsel teel on võimalik ainult mittesobivaid õlisorte määrata. Õlide määrdevõime võrdlus on võimalik ainult vastavate tegelike määrdekatsete põhjal. Nagu vastavad katsed ja tähelepanekud on näidanud, vähendab sobiva pealtmäärde-õli tarvitamine mootori silindrite kulumist. See ilmneb eriti mootori käivitamisel, kus külma mootori juures silindri seinale sadestuv bensiin ja veeaur rikuvad seina katva määrdekihi. Veel vähendab silindri kulumist kolloid-grafiit määreõli lisana.

TÖÖSTUSLIK TOLM JA VÕITLUS SELLEGA

Mõni aasta tagasi pandi tähele Tarandti metsas (Saksis) massilist mesilaste hävimist. Teadlased, kelle poole pöördusid paljud mesilastepidajad, ei suutnud selgitada hävimise põhjusi ega ka töötada välja vastuabinõusid sellele. Kõige selle tagajärjel läks siin mesilastepidamine tagasi ning vaibus lõppeks hoopis. Hiljem hakkas selles piirkonnas surema ka loomi.

Kui hakati uurima lõppenud loomade laipu, avastati neis arseeni olemasolu. Hiljem leiti seda mürki ka puil.

Kerkis üles küsimus, kuidas sattus see surmav mürk metsa. Lõppeks selgus, et 18 km kaugusel metsast töötas üks tehas, mis tegutses värviliste metallide sulatamise alal. Nende metallide maak sisaldas arseeni, mis sulatamisprotsessi juures lendas küttekorstna kaudu välja ja kandus tuule abil metsa.

Tõime tähendatud näite selleks, et näidata, millist suurt kahju võivad sünnitada ained tolmu näol, mida paiskavad õhku vabrikute ja tehaste korstnad, kui need pole varustatud eriliste tolmupüüdjatega.

Ent kahjulik pole ainuüksi mürgiste ainete tolm. Ka tahm, nõgi, tuhk jne., mis satuvad suurel hulgal õhku tehaste korstnate kaudu, toovad määratut kahju rahvamajandusele ning inimeste tervisele.

Tolm koosneb kõige sagedamini mitmesuguste ainete pisiosadest, kusjuures need osakesed võivad olla oma mõõtudelt nii väikesed (kümnendikosad mikronist) ja kerged, et maakera külgetõmbejõud neile peagu sugugi ei mõju, mistõttu nad võivad väga kauaks õhku hõljuma jääda ja nende arv ühes liitris õhus võib tõusta kümnetesse kuni sadadesse tuhandetesse.

Neil osakestel on omadus koguda oma pinnale veeauru ja kondenseerida seda; mida suurem on nende osakeste koondumine õhus, seda kiiremini tekib püsiv udu.

Kuid tolmukübemed ei põhjusta ainuüksi udu tekkimist, nad takistavad suurel määral ka päikesekiirtel läbi tungimast õhust, eriti aga ultraviolettkiirtel.

Veel suuremat kahju tekitab tolm tehases endas. Tolmuosakesed, evides suurt tihedust ning sadestudes mehhanismide pöörlevaile osadele, kiirendavad tunduval määral nende kulumist. Nii arvestatakse näit. lihvimistöökodades, kus on tolmu eriti rohkesti, laagrite iga vaid nädalatega.

Töstuses tekkiv tolm sadestub ka aknaile ja valgustusarmatuuridele. Tolmuseis ja nõgiseis tööstusis kulutatakse aknaklaaside, eriti aga valgustuslaternate puhastamiseks suuri summasid. Valgustusarmatuuride arvestuse tegemisel projekteerijad näevad ette valgustusallikate võimsuse, nn. „tagavara- koefitsiendi", ühenduses armatuuri tolmumisega kuni 6%. Nii raisatakse asjatult hulk elektienergiat.

Lõppeks peab märkima veel ühte tööstusliku tolmu väga ohtlikku omadust: tekitada tugevajõulisi plahvatusi. Nii registreeriti Saksamaal 25 aasta kestel suhkruvabrikuis tervelt 67 plahvatusjuhtumit. Nende plahvatuste tekkimise käik on järgmine: küllaldase võimega soojusallika olemasolu korral tekib osakeste süttimine, kusjuures leek kandub kiiresti ühelt osakeselt teisele. Kergesti plahvatuva tolmu juures on küllalt sädemest või isegi tuletiku leegist. Süttimisega käib kaasas äkiline surve tõus, mis küünib kümnete atmosfäärideni. Survelaine levimiskiirus plahvatustel võib ulatuda 7 km sekundis.

Tolmu koondumised, millede juures võivad tekkida plahvatused, on väga suured. Seejuures kasvab järjest plahvatuse oht vastavalt tolmuhulga suurenemisele õhus; kuid ainult teatava piirini, sest pärast seda edasine kontsentratsioon vähendab seda ohtu. See nähtus on seletatav sellega, et tolmuosakesed väikese kontsentratsiooni juures asuvad liiga kaugel üksteisest ega saa levitada süttimist. Üle teatava piiri jõudes on aga tolmumass liiga suur vajaliku süttimistemperatuuri saamiseks ja hapnikust ei piisa põlemisprotsessiks. Optimaalne söetolmu hulk plahvatuseks on 123 g/m³, tärklisel — 100 g/m³. Ühesuguse tolmu raskuse juures 1 kantmeetris õhus plahvatuse oht suureneb tolmukübemete mõõtude vähenemisel.

Kahju, mida tekitab tolm, on niivõrd suur ning käegakatsutav, et vabrikute ja tehaste kui ka kaevanduste, samuti ka suurte linnade ja elamiskeskuste õhu tööstuslikust tolmust vabastamise küsimus on üks järjekordseid töö ja elu tervendamise ülesandeid.

Kõige radikaalsemaks meetodiks võitluses tööstusliku tolmuga on tolmutekitaja algallika kõrvaldamine või vähemalt tolmutekkimise viimine miinimumini. Kui aga see pole tehniliselt läbiviidav, tuleb vastavate abinõudega vältida juba kogunenud tolmu levikut. Kui tervisele kahjulik tolm siiski satub õhku hulkades, mis ületab normid, siis on ajutise vahendina lubatud töötajate individuaalne kaitse tööstustorbikute näol. Tööstustorbikud, olenevalt nende otstarbest, liigituvad järgmistesse pealiikidesse: 1) tolmutorbikud, 2) gaasikurnaga varustatud gaasitorbikud, 3) värskeõhu torbikud ja 4) hapnikuaparaadid.

On olemas mitu tolmust vabanemise moodust. Kõigepealt tuleb mainida abinõusid, millega püütakse asendada üht tootmisviisi teisega. Nii näiteks kõrvaldab liivaga puhastamise viisi asendamine hüdraulilisega tolmutekkimise allika täielikult. Sama tulemus saadakse pulbriliste materjalide asendamisel pastadega. Mõnede materjalide, näit. villa pesemine kõrvaldab tolmutekki-

mise tema edasisel ümbertöötlemisel. Plii- (seatina-) menningi asendamine kipsiga kiti valmistamisel isolaatorite täitmiseks, plii asendamine tsingiga viiliraiumise töös, räniliiva asendamine metalliga teatavail töödel — kõrvaldab täiesti või vähendab tunduvalt tekkiva tolmu kahjulikkust.

Ettevaatusabinõud, mis on suunatud selle poole, et vältida juba kogunenud tolmu levimist ruumis, seisavad aparatuuri õhukindlamaks muutmises, kus toimub tolmu tekkimine. Vastavad laadimise ja lossimise avade konstruktsioonid, tihe torude ühendus, eriliste tolmukindlate veovahendite rakendamine transpordiks — kõik see annab häid tulemusi. Kui aga pole võimalik läbi viia täielikku õhukindlust, on vaja varustada käitisi õhupuhastusvahenditega, mis imevad tolmu ära juba selle tekkimisel.

Märgade tööviiside tarvitamine, nagu märg puurimine mäetöödel, märg töötlemine portselanitööstuses, märjad peenendusviisid jne. annavad samuti positiivseid tulemusi.

Pealeselle on vaja korraldada nii, et tolmused tööd sooritatakse eraldi ruumes. Selle eesmärgiga on vaja saavutada, et ruumid, kus toimuvad tolmused tööd, oleksid seatud sisse nii, et nende koristamist võiks toimetada märjal viisil. Samuti on tolmuste tööde isoleerimine võimalik ajaliselt, näiteks sooritada valamise, vormimise ja vormidest väljavõtmise töid valukodades eri vahetustes. Ahjude tõmme peab olema hästi reguleeritud, et suits ei satuks ruumidesse, eriti metallide termilisel ümbertöötlemisel, kus tekib kahjulikke gaase.

Me kõnelesime juba sellest, et individuaalse kaitsena kasutatakse tavaliselt tööstustorbikuid. Töölised, kes on töödel, kus tekib kahjulikku tolmu, peavad olema eriliselt instrueeritud. Samuti tuleks teostada vastav väljaõpe ja läbi viia harjutused hingamiskaitse-vahendite käsitsemisel. Isikud, kes peavad töötama tolmuga küllastatud õhus või tervisele kahjulikult mõjuvas tolmus, peavad alluma erilisele arstlikule järelevaatusele.

Erilised ettevaatusabinõud tuleb tarvitusele võtta ka plahvatuste vältimiseks. Mäetööstuses tarvitatakse plahvatusohu vähendamiseks peamiselt niisutamist, lahjendamist neutraalse, mittesüttiva tolmuga ja tõkkeid mittepõlevast tolmust — plahvatuste leviku tõkestamiseks. Vabrikuis on palhavatuste vältimiseks kehtivad üldised eeskirjad, ühest küljest võitluseks tolmuga, teisest küljest sädeme tekkimise võimaluste kõrvaldamiseks tolmuprotsesside ajal (sädemeid andvad mootorid, lühiühendus, metallikillukesed peenendamisel, purunev lamp, staatiline elektrilaeng jne.).

Võitlust õhu rikkumise vastu tolmuga teostatakse õhku väljalastavate gaaside eelpuhastusel eriliste tolmupüüdjatega. On olemas mitu sellist puhastusviisi: kuivad või märjad kurnad, kõrgepinge jne. Tolmu püüdmine väljalaske gaasidest seab suuri raskusi, kuna puhastusele kuulub tohutul hulgal gaase, milledel on pealegi kõrge temperatuur ja sadestusele tuleb suurel määral tolmukujulist ainet.

Puhastuskurnade tarvitamisel on kaks peamist raskust:

1) õhu läbisurumine kurnast nõuab küllaldaselt suurt jõudu ja

2) mehaanilised kurnad ummistuvad peagi, kui nad pole automaatselt puhastuvad.

Eriti raskeks muutub mehaaniline filtrimine, kui tahetakse püüda kinni eriti peeni tolmukübemeid.

Selle küsimuse huvitava lahenduse on hiljuti leidnud ameerika insenerid, tarvitades õhu puhastamiseks staatilist elektrit. Chicagos asuvas *Field Building*'i pilvelõhkujas töötab praegu elektrostaatiline tolmueraldaja, mis läbivoolavast õhust välja kurnab kõik tolmu-, tahma- ja suitsuosakesed, mis on suuremad kui kuus miljondikku millimeetrit (6 mμ). Seega püüab kurn kinni isegi tubakasuitsu ja õietolmu. Mainitud hoone on seetõttu praegu varustatud kõige puhtama õhuga maakeral.

Elektrostaatilise kurna töötamispõhimõte on järgmine. Sissevõetav õhk juhitakse läbi torudest koosneva resti, kuhu vahele on tõmmatud peened volframtraadid, mida toidetakse 120-voldilise alalisvooluga. Traatidest möödavoolav õhk ioniseerub sellest ja kõik läbivoolanud õhuosakesed saavad elektrilise laengu. Seejärele läheb õhk sadestuskambrisse, mis koosneb paralleelseist plaatidest. Plaadid on vaheldumisi ühendatud maaga ja 5000-voldilise alalisvoolu allikaga. Plaatide vahel moodustatud elektrostaatiline väli kisub kõik elektriga laetud tolmuübemekesed maandatud plaatide külge. Kinnipüütud tolm eemaldatakse plaatidelt kord kuus.

Mainitud seadis puhastab 130 kantmeetrit õhku sekundis ja aasta jooksul ta kogub õhust üle 2000 liitri mustust. Sellest on umbes $^1/_3$ tahm ja söepuru, $^1/_3$ tuhk ja ülejääv osa on lenduvad ained, nagu rasvad ja õlid. Püütud tolmust on ligi 90% peenem kui üks sajandik inimese juukse läbimõõtu.

Tolmukaotamise tehnikas on veel palju lahendamata probleeme; näiteks pole veel lahendatud aparatuuri hermeetilisuse küsimus, kus toimub tolmu tekkimine.

Ebaküllaldaselt on lahendatud ka materjali märjendamine või juba tekkinud tolmu niisutamine. Samuti pole tõhusaid viise ülipeene tolmu kinnipüüdmiseks.

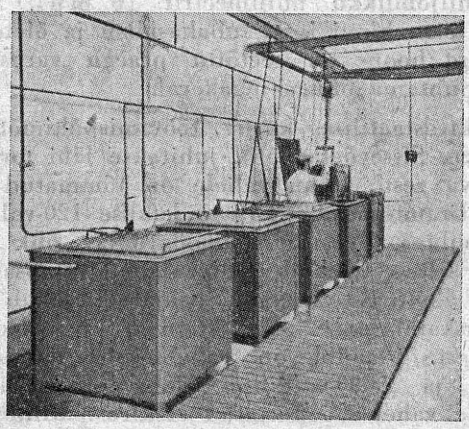
Peenimad osakesed ei sadestu sadestuskambreis, filtrid peavad neid halvasti kinni, nende osakeste püüdmine on eriti raske, — seepärast tuleb selles suunas jätkata tulevikus pidevaid uurimistöid.

H. N.

RAUA JA TERASE FOSFAATIMINE

Et rahuldada tõusvat vajadust, püütakse mitteraudmetalle üha suuremal määral asendada teiste materjalidega, milledest raud ja teras on esikohal. Pidurdavalt mõjub vaid raua ja terase väheldane roostekindlus, mille tõstmiseks kasutatakse nende materjalide pinnakatmist teiste metallidega, värvimist, ja eriti viimasel ajal fosfaatimist.

On olemas mitu fosfaatimismenetlust, millest rohkem tuntud on Bonderi oma. Üldiseks põhimõtteks fosfaatimisel on, et raud ja terasosad suputatakse umbes 2 ... 10 minutiks 90 ... 98 kraadi kuuma metallfosfaatlahusesse. Bonderi menetluse puhul sisaldab viimane tsinkfosfaati ühes tsinknitraadi lisandiga, mille tagajärjel tekib metalli pinnal korrosiooni takistav fosfaadi kiht. Pärast kuivatamist mõjub see kapillaaridega läbistatud fosfaadikiht küll korrosioonitakistavalt,



Joon. 2. Fosfaatimise seade.

selle roostekaitsevõime ei ole kapillaaride tõttu aga eriti suur. Kui nüüd fosfaaditud kihti katta lakiga, värviga või lihtsalt õlitada, on roostekindlus õige hea. Väga soodsalt mõjub ka asjaolu, et fosfaaditud kiht on kare, mille tõttu lakid püsivad pinnal väga tugevasti.

Eelduseks korralikuks fosfaatimiseks on metalliliselt puhas pind; tagi, rooste, rasv ja mustus tuleb korralikult kõrvaldada. Neist esimeste kõrvaldamiseks kasutatakse peitsimist sool- või väävelhappega, rasva eraldamiseks aga triklooretüleeni. Peitsimisest või rasvakõrvaldamisest leelise või hapu iseloomuga jäänused tuleb veega ära uhtuda. Veega loputada tuleb esemeid aga ka peale fosfaatimismenetlust, millele järgneb kuivatamine ahjus.

Fosfaatimise seadmed ei ole keerulised ja tavaliselt kujutavad nad enesest rida auru, gaasi või elektriga köetavaid vanne (*joon. 1*). Jättes kõrvale üksikasjad fosfaatimisel, vaatleme lähemalt fosfaaditud (bonderdatud) esemete kasutusotstarvet.

Fosfaatimise kasutusala on õige ulatuslik; kõigepealt mootorsõidukite-, jalgrataste-, samuti lennukiehituses asendab ta väga suurel määral galvaaniliselt metallidega katmist. Mitte vähemas ulatuses leiab ta kasutamist büroomasinate ehituses ja optikas ning peenmehaanikas. Kuid on olemas lõpmatu suur hulk teisigi esemeid, mis fosfaaditud kujul täidavad suurepäraselt oma ülesandeid, ning aitavad seega säästa mitteraudmetalle. Meie olukorras pakub suuremat huvi toiduainetetööstuses tavaliselt nii rohkesti kasutatava tinutatud raudpleki (valgepleki) asendamine. Mõtleme esijoones piimatransportkannudele ja konservitoosidele.

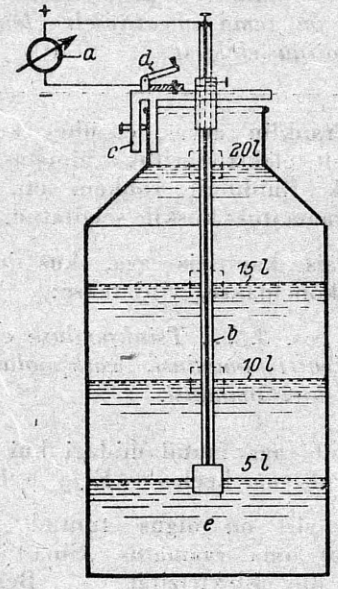
Piima transportkannude valmistamiseks kasutati Saksamaal veel mõni aasta tagasi ainuüksi tinakihiga kaetud raudplekki. Katsed tinakihi paksust vähendada ei andnud soovitud tulemusi, kuna piimakannu iga siis vastavalt lühenes. Põhjamaades rohkesti kasutatavad alumiiniumist piimakannud ei osutunud otstarbekohaseks, sest nad sobivad vaid täiesti rõõsa piima veoks. Pealeselle on alumiiniumi mehaaniline tugevus rauaga võrreldes suhteliselt väike, mille tõttu kannu seinapaksus peab olema märksa suurem, ja kannu hind on seepärast ka tublisti kallim. Ideaalseks piimakannu materjaliks on roostekindel teras; viimane sisaldab aga kroomi ja niklit ning seetõttu sääraste kannude ulatuslikum tarvituselevõtt ei tule lähemal ajal kõne alla. Jääb ikkagi üle raudplekist kannu pinnakaitse, milleks mitmesuguste katsetamiste järele osutus kõige otstarbekohasemaks fosfaatimine ja järgnevalt kunstainetest lakiga katmine.

Piimakannu valmistamine toimub kas tõmbamisega ühest tervest plekitükist või siis üksikute osade kokkukeevitamisega. Viimase valmistusviisi paremuseks on vähene materjalitarvitus ning mõned valmistustehnilised hüved. Tulemuseks on, et see viis ikka rohkem läbi lööb, olgugi et keevitusõmblus on roostekindluse mõttes kannu nõrgimaks kohaks, ja seda mitte ainult fosfaatimisel, vaid teatavasti ka tinutatud piimakannude juures.

Piima transportkannude fosfaatimise käik ei erine üldjoontes tavalisest meil juba kirjeldatud töökäigust. Jääb veel lakkimise küsimus, mis siin on erilise tähtsusega. Healt piimakannu lakilt nõutakse küllaldast sidumisvõimet aluspinnaga ja head elastsust ning lõppeks, et piimhape ja tavalised puhastusained tema peale ei mõjuks. Neile omadustele vastab õlivaba, fenoolist ja formaldehüüdist valmistatud lakk. Laki kiht kantakse plekile peale kahe korrana, kusjuures igakord järgneb põletamine elektriahjus u. 180° C juures.

Teatav protsent valmistatud kannudest kontrollitakse, kuivõrd lakikiht on vaba pooridest. Vastav kontrollriist on kujutatud *joon. 2*. Kogu katse tugineb põhimõttel, et elektrolüüdiga (1% keedusoolalahu) täidetud kannul mõõdetakse pooride olemasolu puhul sisseriputatud elektroodi ja kannu raudseina vaheliste pingete vahed. Üllatavalt hea on lakkfilmi püsivus; ka tugevaist

löökidest tekitatud muljutused ei põruta filmi lahti ega vigasta seda. On huvitav ära märkida, et Lätis töötab juba üle aasta eritööstus, mis valmistab raudplekist fosfaaditud ja lakitud piima transportkanne.



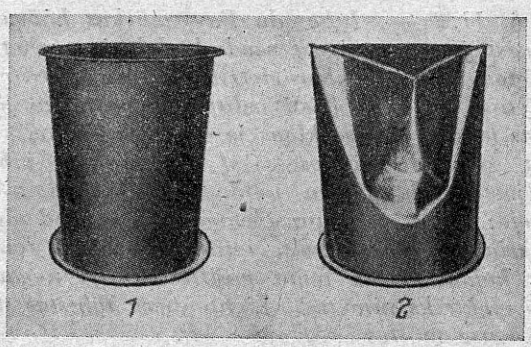
Joon. 2. Lakitud piimakannude kontrollimine.

Üheks suuremaks tinutatud pleki kasutajaks on teatavasti konservitööstus. Siin loeti valgeplekk asendamatuks. Ometi on sellelgi materjalil teatavaid puudusi; nii valku sisaldavad täiteained, milles leiduvad väävliühendused, kutsuvad esile täiteaine olgugi hädaohutu mustaksvärvumise. Edasi mitmedki ained võtavad karbilt külge metallimaitse jne. Loeteldud puudused ja tina nappus viisid juba enne sõda selleni, et hakati tarvitusle võtma lakitud konservikarpe.

Praegusel ajal töötavad heade tulemustega suured täisautomaatsed seadmed, millede produktsioon tunnis küünib 5000 kuni 6000 bonderdatud ja lakitud konservikarbini.

Fosfaaditud kihi ülesandeks on siingi siduda tugevasti lakikiht aluskattega ja tõsta korrosioonikindlust. Karbi valmistamine toimub lakkimata plekist, kusjuures kere õmblust ei joodeta, vaid keevitatakse; hiljem järgneb fosfaatimine ja lakkimine.

Kasutatav lakk on eelpoolkirjeldatust veidi erinev, nimelt nõutakse siin peale roostekindluse eriti vastupidavust keetmisele temperatuuride juures isegi üle 100°, kusjuures tegemist on soolaste lahustega. Kuivõrd elastne ja vastupidav on lakikiht, näitab kujukalt *joon. 3*, kus teravaist



Joon. 3. Terve ja muljutud konservikarp.

muljutusist hoolimata ei saadud kindlaks teha mingit pooride tekkimist ega muud lakikihi vigastust.

Bonderdatud konservikarpe meil seniajani ei ole valmistatud, küll aga otse lakitud ja ahjus põletatud raudplekist.

Fosfaatimise menetluse uurimisega tegeleb, asja suurt praktilist tähtsust silmas pidades, rida tuntud teadlasi. Käesoleva kirjutise koostamisel on kasutatud ajakirju „*Stahl und Eisen*“ 1943 ning „*Maschinenbau*“ 1942 a., milledes peale fosfaatimise tehnika üldiste küsimuste leidub rikalikke andmeid eriti fosfaaditud piimakannude ja konservikarpide kohta. E. O.

ELEKTRIVOOLU SUUNAST

Ins. A. KASKNEEM.

„Tehnika Kuukirjas“ nr. 1 1943 a. prof. dr. Freimuth oma artiklis „Elektrivoolu ja magnetvälja suundadest” väidab, et kõneldes elektrivoolust kui elektronide liikumisest juhtmes tuleb nentida, et vooluringi välisahelas elektronid liiguvad negatiivselt pooluselt positiivsele, s e e g a o n e l e k t r i v o o l u s u u n d v a s t u p i d i n e s e n i s e l e k o n v e n t s i o n a a l s e l e k o k k u l e p p e l e (mis ütleb, et suund on positiivselt negatiivsele).

Toodud väide, mis esineb ka välismaises tehnilises kirjanduses, on meil võrdlemisi uudne (varem on seda pikemalt käsitelnud A. Kalmus oma „Elektrotehnika õpperaamatus“) ning seetõttu ka elektrotehnika ala isikute ringides tihtigi kõneaineks. Leidub ka vastuvaidlejaid, kes näit. väidavad, et on võimalik isegi elektrilaengu kandja kahesuunaline liikumine (anioon ja katioon elektrolüüsi puhul, polarisatsioon jms.) ja seega ei saa üldse kõnelda kindlast elektrivoolu suunast.

Käesoleva artikli ülesanne pole kumbagi poolt eriti kaitsta (kuigi autor sümpatiseerib elektronide teooriaga fikseeritud elektrivoolu suuna määramisele, mida ta u. 3 aastat propageerib ka oma pedagoogilises töös), vaid näidata, kui n. ö. j u h u s l i k u l t o n j u h t u n u d, et üle 100 aasta juba kõneldakse elektrivoolu lähtumisest positiivselt pooluselt.

Fridrich A. C. Gren'i raamatus" *Grundriss der Naturlehre*", mille kuuendat väljaannet (ilmunud a. 1820, seega u. 125 a. tagasi) on täiendanud K. W. G. Kastner (tiitlitega — Dr. der Medicin und Philosophie, ord. Professor der Physik und Chemie zu Bonn, mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitglied), väidetakse peatükis „*Elektrische Materie oder Elektrisches Fluidum*" § 1167 kuni 1171, et on olemas kahesugust elektrit (juttu on nn. hõõrumiselektrist), milledest samanimelised teineteist tõukavad, isenimelised tõmbavad jne. jne. Järgnev ütleb sõnasõnalt (tõlgituna):

§ 1172 — Juba du Fay märkas hõõrutud klaasist ja merevaigust saadud elektrite vahet ja nimetas neid — klaasieletriks ja vaiguelektriks, nimetus, mis pole hästi valitud, kuna, nagu järgnevas lugeda võime, klaas ja vaik kord ühte, kord teist sorti elektrit osutavad[1]*). Franklin juhtis, põhjustel mis hiljem toodud tähelepanu nimetustele: pluss- ja miinuselekter, üks saadud elektrimasina*[2]*) klaaskettalt, teine hõõrumist tekitavalt kehalt, mida tema positiivseks ja negatiivseks elektriks nimetas. Lichtenberg tähistas neid mugavuse mõttes + E ja — E.*

Ja samas raamatus alapeatükis: *Franklini hüpotees* kuuleme väljavõttena:

§ 1199. Esimene, kes kavandas tuntud elektriliste nähtuste üle hüpoteesi, mis vastab kaasaja nõuetele ja millest võib lähtuda elektri seletamisel, oli Franklin. Franklini hüpoteesi põhimõtted, mida me hiljem tahame kasutada elektri suurepärase fenomeeni selgitamiseks, on järgnevad: 1) Kõikides kehades laiutub õrn mateerida või vedelik, millest olenevad elektrilised nähtused.

2) See elektriline mateeria on paisuv fluidum või selline, millede osad eneste vahel ilmutavad tõukavat jõudu.

5) Kui üks keha sisaldab seda elektrilist fluidumit rohkem kui normaalselt, on tema positiivselt elektriseeritud ehk omab pluss-elektrit.

6) Kui tema seda elektrilist vedelikku, mida ta loomulikus olukorras peab sisaldama, omab vähem, siis on tema negatiivselt elektriseeritud ehk omab miinus-elektrit.

— — — — — — — — — — — — — — —

Miks Franklin arvas, et ühes kehas, mida ta positiivselt elektriseerituks nimetas, seda vedelikku ehk fluidumit rohkem on, seda pole nimetatud raamatus kuskil selgitatud.

Hilisemais kapitleis aga, kus juba Volta elemendist kõneldakse, vihjatakse:

§ 1319 pos. 3. ... Tsinkpooluse elekter näitab vaiguelektri omadusi, vaskpooluse elekter aga klaasielektri omadusi.

Need pole aga muud midagi kui tsiteeritud raamatu moodsemas keeles — E ja + E.

Küllap vist on õigus tuntud autoril E. Rhein'il, kes oma raamatus „Sina ja elekter" („Du und die Elektrizität" — Berlin 1940) väidab (kokkuvõttes):

Juba 1833 selgitati, et klaas ja vaik avaldasid hõõrumisel erisuguseid elektrilisi nähtusi. Nii et — oli kahesugust elektrit. Kuna tolleaegne filosoofia parajasti matemaatikahaigust põdes, siis hakati ka neid elektreid positiivseks ja negatiivseks nimetama. Kumba aga positiivseks? Kas seda tehti teaduslikel kaalutlustel või visati lihtsalt täringit, seda pole üheski tolleaegses teaduslikus töös nimetatud. See oli sel ajal arvatavasti ükspuha.

Kui nüüd meie teadus on arenenud kaugemale kui 19. sajandil, siis pole õige, kui me seda, mida tol ajal tehti „ükspuha", nüüd tõena võtame ja kramplikult sellest kinni peame. Õigem on see, kumba suunda elektri voolamist saame kaasaja teaduse seisukohalt täpsemalt põhjendada, ja näib, et õigus on neil, kes ütlevad, et elektrivool vooluringi välisosas l ä h t u b n e g a t i i v s e l t p o o l u s e l t p o s i t i i v s e l e.

— — — — — — — — — — — — — — —

[1]) Olenedes sellest, millise materjaliga neid hõõrutakse — merivaik näiteks väävliga hõõrumisel osutub positiivselt laetuks, villase lapiga aga negatiivselt laetuks. A. K.

[2]) S. t. hõõrumiselektri masina. A. K.

KIRJAVASTUSEID

(Algus lk. 165.)

R. K. — Käina. Teie soovite andmeid läbipõlenud raadiolampide regenereerimis-seadme kohta. Kahjuks ei ole võimalik l ä b i p õ l e n u d raadiolampe regenereerida. Regenereerimist võib teostada vaid tummaks muutunud lampide juures.

A. K. — Abja. Vaskoksüüd-alaldajat akude laadimiseks pole võimalik kodusel teel valmistada, sest menetlus on tehaste saladus. Mõningaid andmeid vaskoksüüd- ehk kuproks-alaldajate kohta leiate meie ajakirjas lk. 109 .. 111. Akude laadimiseks võiksite parema puudumisel kasutada alumiinium-alaldajat.

E. R. — Vigala. Küsite, miks 220 V 30 W hõõglamp hakkab telefoni induktori vooluahelas kollakalt hõõguma, 3,5 V, 0,2 A või 6 V, 1,5 W pisilamp aga mitte. Telefoni induktori sisetakistus on niivõrd suur, et ka kõige väiksema välistakistusega voolutugevus ei ületa 0,1 A. Taskulambi „pirn" nõuab aga voolutugevust 0,2 A ja pisilamp koguni 0,25 A. Võttes aga 220 V 15 W hõõglambi 30 W asemel saate arvatavasti rohkem valgust, sest 15-vatise lambi nõutav voolutugevus normaaltingimusis on kõigest u. 0,07 A.

Tehnika Kuukiri nr. 4/5 (8/9), 2. aastakäik, aprill/mai 1944. Toimetus: Tallinn, S.-Karja 5—2, tel. 431-35, avatud äripäeviti kella 9 ... 13. Väljaandja: Kirjastus Eesti Ajaleht, Tallinn, Pikk 2, tel. 428-83. Tellimisi võetakse vastu kirjastuse peatalituses — Tallinn, Pikk tn. 2 — ja kõigi eesti ajalehtede talitustes. Trükiarv: 10 000 eksemplari. Trükk ja brošeerimine: K. Mattieseni trükikoda, Tartus. Klišeed: Tall. Eesti Kirjastus-Ühisuse tsinkograafia. Ilmub 1 kord kuus. Tellimishind 1944. aasta lõpuni Rmk. 12.—, pooleks aastaks Rmk. 6,—. Kaksiknumbri hind Rmk. 2,—.

EVRV TEAD. AKAD.