TEHNIKA AJAKIRI

EESTI INSENERIDE ÜHINGU, EESTI ARHITEKTIDE ÜHINGU JA EESTI KEEMIKUTE SELTSI HÄÄLEKANDJA

ja

Auto

Eesti Autoklubi häälekandja

Ilmub üks kord kuus

TOIMETUS JA TALITUS Tallinnas, Kohtu tän. nr. 8., kõnetraat 431-35.

Nr. 10/11 **Oktoober/November 1932.** **11. aastakäik**

Eesti Tehnilise Järelevalve Seltsi erinumber.

SISU: J Veerus: Õnnetuid juhtumeid jõu- ja auruseadetes Eestis viimastel aastatel. — K. Martin: Elektrivoolu mõjust inimorganismile. — J. Veerus: Aurukatelde materjalide vastupidavuse kestvus. — J. Veerus: Metallide keetmise proovimised ja normid. — A. Ottenson: Metallide keetmine elektri kaartulega ja tarvitatavad vooluallikad. — F. Mehmel: Põlevkiviõli küte aurukateldele. — H. Pfaff: Jõu- ja soojusetarvitus piimatalitistes. — V. Veelmann: Märkmeid isoleerimistehnika alalt. — E. Toonekurg: Katla toitevee pehmendamisseadete valikust. — A. Polesčuk: Valguse eeter ja tema töö maailmaruumis. — Tehnika teateid. — Autoasjandus. — Kroonika.

INHALT: J. Veerus: Unfälle bei Maschinen- und elektrischen Anlagen in den letzten Jahren in Estland. — K. Martin: Einfluss des elektrischen Stromes auf d. menschlichen Organismus. — J. Veerus: Zeitliche Veränderlichkeit des Dampfkesselbaumaterials. — J. Veerus: Prüfungsergebnisse der Schweissverbindungen in Estland. — A. Ottenson: Elektrische Lichtbogenschweissung und verwendbare Stromquellen. — F. Mehmel: Dampfkesselfeuerungen für das estländische Brennschieferöl. — H. Pfaff: Kraft- und Wärmewirtschaft in Molkereien. — W. Weelmann: Einiges über Wärmeschutztechnik. — E. Toonekurg: Wahl der Kesselspeisewasser-Enthärtungsanlagen. — A. Polesčuk: Lichtäther u. seine Arbeit im Weltall. — Technische Nachrichten. — Autowesen. — Chronik.

Toimetuselt.

Käesolev ajakirja number ilmub Tehnilise Järelevalve Seltsi erinumbrina märksa suurendatud kaustas. Vastavalt uue huviringkonna juuretulekule oleme tõstnud ajakirja tiraaži ligikaudu kolmekordselt.

Toimetus hinnates ajakirja huviringkonna suurenemist näeks heameelega, et „Tehnika Ajakirja ja Auto“ veerud leiaksid edaspidist kasutamist erinumbrina ka teistel tehnika aladel.

Toimetusel kasutada olnud kaastöö rohkuse tõttu on pidanud jääma ootele mõned värskelt sissetulnud kui ka juba algatud artiklid.

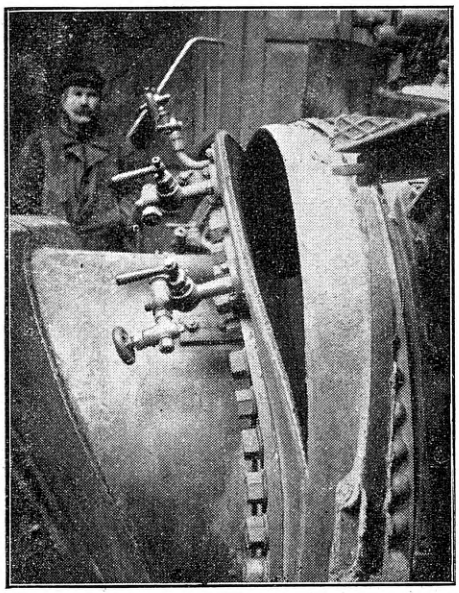
Õnnetuid juhtumeid auru- ja elektriseadetes Eestis viimastel aastatel.

Dipl. ins. J. Veerus.

Lokomobiili otsseina rebenemine. Suurima õnnetusena auruseadetes oli lokomobiili rebenemine 1931. aastal Tartus ühes sae- ja jahuveskis. Lokomobiil oli statsionaarne, ehitatud 1923. a. ühe suurema Saksa firma poolt, 12 atü, küttepinnaga 42 m², ülekuumendajaga ja kondensaatoriga. Lõhkemise päeval töötati katlaga hommikul ja umbes kella ½9 ajal hommikul rebenes küttepoolse otsseina käänak aururuumis pikkusel 1420 mm ja suurima laiusega 140 mm, nagu näha joon. 1. Lõhkemisel pääses aur katlast välja, suundudes katuse poole ja paisates maha kütjat ja ühte töölist, kes said kergeid põrutusi ja põletishaavu. Mõlemad on nüüd terved. Katlaruumi katus kolde kohalt ja kõrge kivivaheseina peale ehitatud umbes 1½ meetrit kõrge laudadest osa purunesid pilbasteks. Katus purunes ka katlaruumi kõrvaloleva ruumi kohalt ja hoone esiseina ülemine puust osa suruti välja, nagu näha joon. 2.

Üldvaade rebenenud lokomobiilile on näha joon. 3.

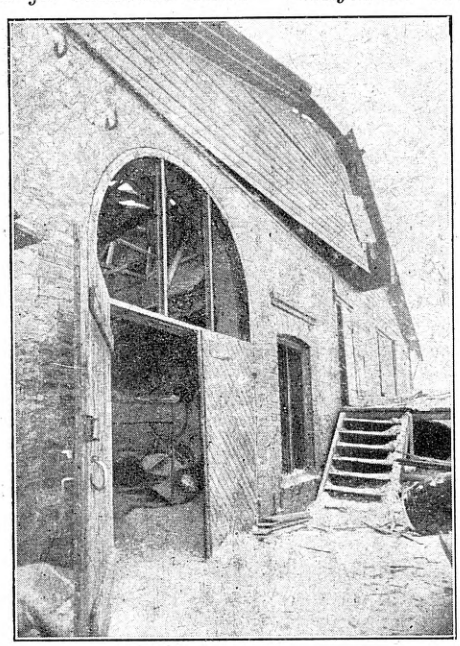
Mitmesugused plekk-katted, isolatsioon ja teised vähemad esemed olid puruks või ära re-



Joon. 1. Lokomobiili otsseina rebenenud käänak.

bitud, samuti oli vigastatud otsseina külge kinnitatud armatuur. Muus osas oli lokomobiil vigastusteta, vaatamata näilisele korratusele.

Rebenemine sündis juusprao läbitungimisest otsseina järskkäänakus, mis oli peaaegu täisnurkne, ülemineku raadiusega 8 mm. Rebenenud koha servad on teravad, umb. 45° all. Otssein on ülemises osas nagu noaga lahti lõigatud, mida hästi näha joon. 1. Murdekoha pinnad olid kolmesuguse väljanägemisega: värske murdpind helehalli läikega oli rebenenud koha otstes laiusega 5—8 mm, keskel aga kitsam ja 2 kohas peaaegu kadunud; neis kohtades leidusid väga väikesed auru läbilaske jäljed otsseina isolatsioon-katte all. Värske murdepinna kõrval oli heledavõitu pruunikas-musta värviline osa ja siis kolmandana oli tumevärviline must osa. Heledam osa oli nähtavasti juusprao hilisem ja tumevärviline varajasem osa, mis

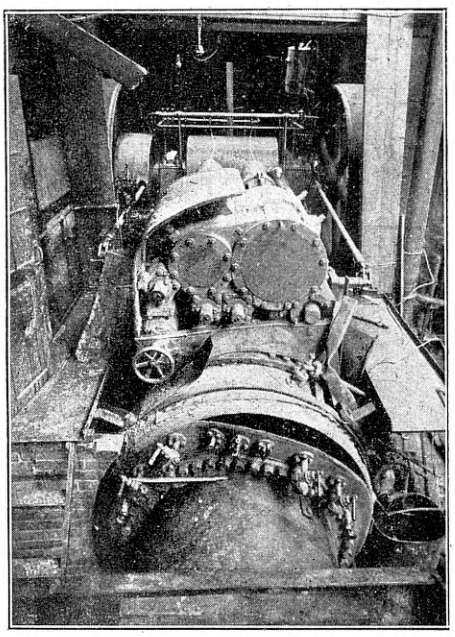


Joon. 2. Purustatud katlaruum pärast lokomobiili rebenemist.

oli jõudnud juba oksüdeeruda. Murdepind oli üldiselt siledane, kohati aga oli krobeline, metalli osade suurte kuhjamistega, mis näisid kohati pisaratena materjalis. Neis kohtades oli materjal valmistamisel halvenenud.

Rebenemise põhjuseks oli, nagu selgus uurimustel, otsseina ebasoodne konstruktsioon järskkäänaku näol, millesse tekkisid liig kõrged pinged katla surve- ja soojuskoormatuste tõttu. Kõrgete pingete vaheldusel puruneb materjal juba võrdlemisi väikese vahelduste arvu juures. Peale selle materjal käänakus oli halvenenud valmistamisel, mida näitasid terveks jäänud käänaku makro- ja mikrostruktuursed ülesvõtted. Üksikasjalikumad andmed materjali ja konstruktsiooni uurimuste kohta rebenenud käänakus on toodud autorilt kirjutises „Aurukatelde materjalide vastupidavuse kestvus“[1]).

Madalsurve katla lõhkemine. Madalsurve, s. o. alla 0,5 atü, aurukateldega juhtub samuti



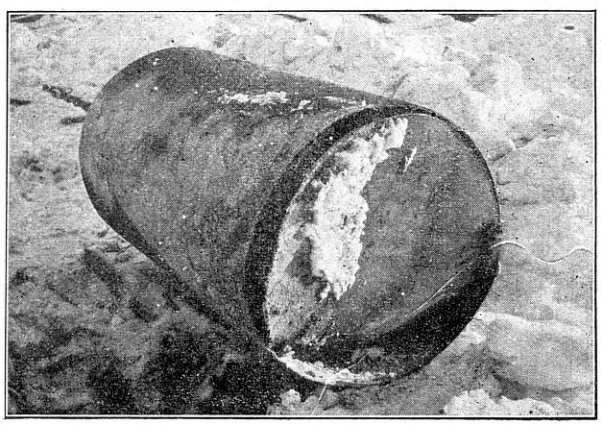
Joon. 3. Üldvaade rebenenud lokomobiilile.

suuremaid õnnetusi, nagu tõendas saunakatla lõhkemine Valgas veebruaril 1931. aastal. Saun oli kohaliku juudi perekonna tarvituseks ja asus erihoones. Aurukatlaks oli kõige lihtsam silindriline täiskere torudeta, pikkusega 1220 mm ja läbimõõduga 700 mm, nagu näha joon. 4.

Katel oli ehitatud 4 mm plekist ja otsseinad kere külge täisnurga all keedetud. Katel oli müüritud ja kütmine sündis silindrilise kere all. Katlast läks aurutoru sauna suuresse lahtisse veenõusse, kus tuli vett soendada pesemiseks. Aurutoru pikkus oli 9 meetrit ja ulatus veenõus võrdlemisi sügavasse. Õnnetuse päeval uus kütja, kes esimest korda nimetatud katelt hakkas kütma, alguses sulatas lahti kinnikülmanud torustikud, kuna sauna ei tarvitatud 3 nädalat, ja siis hakkas katelt kütma. Katlal manomeetrit ei olnud, kuna katlas tekkiv aur

[1]) „Tehnika Ajakiri ja Auto“, 1932. a. nr. 10/11.

pidi voolama mööda toru lahtisse veenõusse — scega vastusurve oli väike ja katlas normaalselt ei võinudki olla kõrget survet. Õnnetuse päeval oli aga nähtavasti aurutoru ots, mis ulatus veenõusse, kinni külmanud ja aurul katlast väljapääsu ei olnud. Katelt oli köetud võrdlemisi kaua, kui ilmus omanik sauna katla juurde. Sel momendil rebenes katlal üks otssein kogu keedetud õmbluses, otssein jäi kandma ainult 2 needitud lapile, nagu näha joon. 4. Väljavoolava auruga põletati omanik surmavalt ja kütja kergemate vigastustega, katel ise paisati õhku ja kukkus 12 meetrit eemale õue, kuna saunahoone, mis oli kerge laudadest ehitis, purunes täiesti. Üldvaade õnnetuse kohale on näha joon. 5, kus katel on näha lamavana vasakul poolel alumises nurgas ja sauna hoonest on järele jäänud ainult rusud. Katel lõhkes kõrgest survest, kuna tekkival aurul ei olnud mingit väljapääsu ja katla otsseinte keedetud õmblused olid liig nõrgad konstruktiivselt ja valmistamiselt, mistõttu ei kannatanud välja kõrget survet.



Joon. 4. Lõhkenud madalsurve katla kere.

Püstaurukatla veetoru lahtirebenemine piimatalitises. Ühes piimatalitises Järvamaal paisati 1932. a. märtsikuul ühel püstaurukatlal veetoru lahti. Katel oli ehitatud Tartus püstkatlana veetorudega „Baltic" tüübi sarnasena, nimelt veetorud, mis ühest otsast umbsed, on teise otsaga keermetise abil keeratud veekambri seinasse. Katel oli ehitatud 1929. a., aurusurve 10 atü, küttepind 11 m². Õnnetuse päeval hakkas meier oma abilisega pärast töö lõppu piimatalitises veetorusid kinni keerama, kuna ta oli märganud auru- ja veeläbilaset mõnede torude juures. Kahe esimese toru kinnitamisel ei märgatud midagi erilist, kolmanda toru keeramisel juba kergel pingutamisel toru paisati välja avause keermetisest. Väljavoolava auruga põletati abiline raskemalt ja meier kergemalt. Toru keermetist järele vaadates, nähtus, et keermetis ise oli terve, kuid sellele olid mähitud lina kiud ja keermetise väljanägemise järele võis oletada, et toru oli sisse keeratud avausse ainult 3 käigu võrra. Toru välja paiskamist võisid põhjustada järgmised asjaolud:

1. Toru oli lühidalt ja valesti veekambri

Joon. 5. Üldvaade saunakatla lõhkemise kohale.

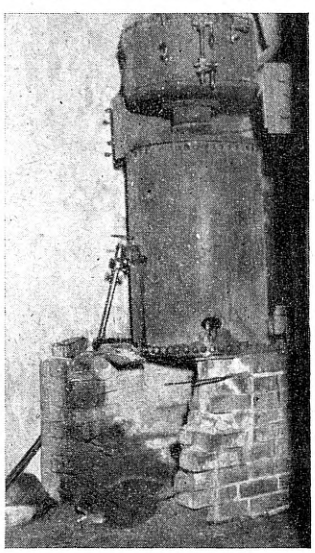
seina sisse keeratud, s. o. toru ja veekambri seina avause keermetised ei olnud ühte sattunud ja toru oli, nagu räägitakse „üle vindi keeratud".

2. Toru oli küll õieti avausse asetatud, kuid liig lühidalt avausse sisse keeratud.

3. Toru kinnitamisel pöörati toru vale suunas.

Näeme, et aurukateldes veetorude ühendus kereosadega keermetiste abil ei ole otstarbekohane konstruktsioon.

Dünamiidi padrunite plahvatus katlaruumis. Ühe koorejaama katlaruumis Harjumaal sündis 1931. aastal aprillikuul omapärane õnnetus. Kevadisel jää liikumisel tekkis ummistus ühe silla juures. Kohalik teemeister pidi ette võtma jää purustamise dünamiidiga ja tuli ühes oma abilisega õnnetuse päeva vara hommikul koorejaama katlaruumi, et soendada dünamiidi padruneid. Dünamiit külmub +8°C juures, allapoole +11°C tuleb juba üles soendada, kuna plahvatub dünamiit +180°C juures. Soendatakse dünamiidi padruneid inimihu soojusega taskutes jne. või sagedamini asetatakse padrunid mingisuguse nõuga teise nõusse, kus on soe vesi, mida võib veel vabalt käega katsuda, seega temperatuur vähe üle +40°C. Dünamiidi 1 kg plahvatusel tekib 7130 liitrit gaasi ja surve esialgse keha mahu juures on 1160 kg/cm².



Joon. 6. Aurukatel pärast dünamiidi plahvatust katlaruumis.

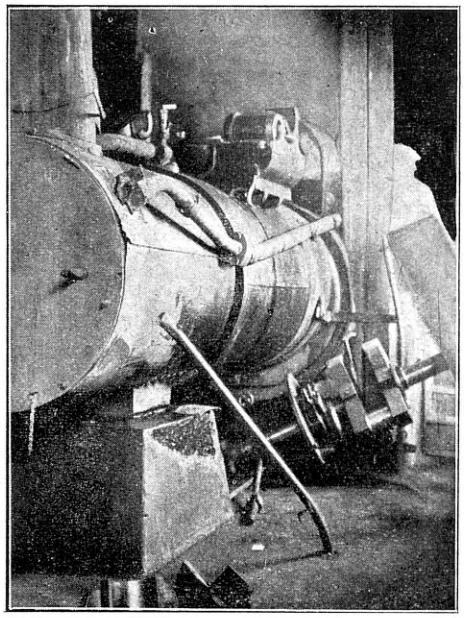
Katlal oli juba tuli all sisse kütmiseks. Teemeister asetas suure hulga padruneid aurukatla alumisele malmkandeplaadile, mis oli nägemise järele must, ja seepärast teemeister arvas plaadi temperatuuri madalaks. Tegelikult oli kande-

plaat kohati tulepesas tule käes ja seega temperatuur plaadil kindlasti üle 180°C. Kõrgest soojusest plahvatasid padrunid, kusjuures tekkis kõrge õhu surve ning teemeister ja abiline said mõlemad tugevasti põrutada. Abiline tervenes, kuna teemeister kaotas nägemise täielikult ja kuulmise suurel määral. Koorejaama personalist ei olnud kedagi katlaruumis plahvatuse momendil. Plahvatusel purustati kandeplaat, muljuti sisse katlakere alumine neetõmblus, kogu katel nihutati viltu ja küttekolde müüritis purunes, nagu näha joon. 6.

Katlaruumi parempoolne puust sein paisati peaaegu tervena ära, katus kukkus längu, teised puust seinad vigastati. Koorejaama ruumides purunesid kõik aknaruudud, mitmed uksed rebiti pilbasteks või tervetena kohtadelt, kuna plahvatusel tekkiv õhu surve oli väga suur. Katlaruumi välisvaade pärast plahvatust on näha joon. 7.

Lokomobiili masinaosa purunemine. Ühel Saksamaal ehitatud lokomobiilil purunes ühes sae- ja jahuveskis Viljandimaal 1932. a. märtsikuul masinaosa. Lokomobiil oli ehitatud 1920. aastal, 70 HJ, ülekuumendajaga, kondensatsioonita, aurusurve 12 atü, masina silindri läbimõõt 245 mm, kolvi käik 410 mm, tiire minutis 230. Masin töötas ühe rihmaga dünamole ja teisega veski üldtransmissioonile. Lokomobiil lasti käima õnnetuse päeva hommikul tühjalt, koormatuseta. Umbes 10—15 minuti pärast kuulis masinisti abiline lokomobiili võllipoolses otsas kloppimist-plaksumist, jooksis kohe ümber eelkütte kinni keerama auru pealelaske ventiili, kuid enne ventiili lõpuliku sulgemise kuulis tugevat mürtsu, mis peale masinaruum täitus auruga. Õnnetuse koha üldvaade on näha joon. 8. Väntvõll ühes hoorattaga ja regulaatoriga oli paisatud masinaruumi põrandale. Väntlaager ja pukklaagrid olid purunenud. Rihmaratta krants asus lokomobiili peal, ratta kodarad olid purunenud. Kolb oli purunenud ja asus silindri kaanepoolses äärmises seisandis. Kolvi mutriruumi otssein

Joon. 7. Purustatud katlaruum pärast dünamiidi plahvatust.



Joon. 8. Lokomobiil purunenud masinosadega.

oli purunenud. Õnnetuse uurimusel selgus, et õnnetus tekkis järgmiselt:

1. Esijoones rebenes vändalaagri alumine polt, läbimõõduga 32 mm, põiki suunas, kusjuures murdepinna järele otsustades polt pidi olema juba ennem vigastatud, sest osa pinda (joon. 9. a ja b) on sile ja varemalt murdunud, kui ülejäänud osa.

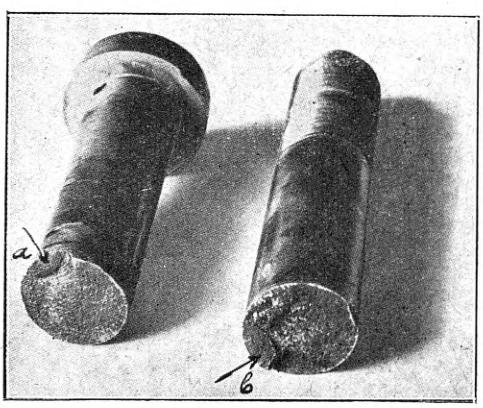
2. Pärast poldi katkemist väntvõll tegi mõned tiirud ja painutas katki vändalaagri ülemise poldi.

3. Kolb vabanedes laagrist paisati ühes ristpeaga ja õõtsvardaga vastu silindri kaant, mistõttu purunes kolb ja vigastati silindri kaas; õõtsvarras kukkus masina raamile.

4. Elava jõu mõjul võll tiirles veel ja vänt lõi tugeva hoobi õõtsvarda otsale, jättes vändale sügava armi ja nr. 150 64 12 peegelkujutused.

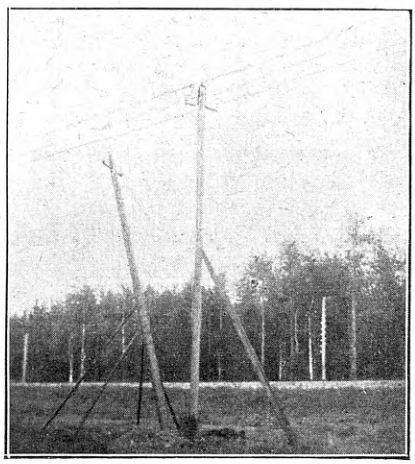
5. Pukklaagrite purunemise tõttu võll paisati korstna poole ja hooratta suure kaalu tõttu langes lokomobiili vasakule poolele, murdes rihmaratta kodaraid ja painutades aurutoru.

6. Võlli kukkumisel vigastati korstna juures asuv kaisteventiil, mis tõttu katlaruum täitus auruga.



Joon. 9. Rebenenud vändalaagri polt.

Elektrilöök kõrgepinge õhuliini posti püstitamisel. Kõrgepinge õhuliinil (3 ∾ 50, 15000 V) oli välja antud 1931. aastal artellidele tükitöö alusel uute postide püstitamine vanade asemele. Tööd tuli teostada järgmistel korraldustel: nimelt, õhuliini sihis 50 cm kaugusel vanast postist tuli kaevata 2 meetri sügavune auk, kuhu tuli asetada uus post, mida võis tõsta harkide abil ainult nii kõrgele, et uue posti ots oleks jäänud vähemalt 1 meetri kaugusele pinge all olevatest juhtmetest. Posti võis ajada täiesti püsti siis, kui õhuliin oli tehtud pingetuks. Postid enne tõstmist varustati isolaatoritega, mis olid kinnitatud liira kujulisele raudtraaversile, ja maandustraadiga, mille üks ots kinnitati traaversile ja teine ots mõne meetri ulatuses asetati maasse. Ühe artelli töölised ühe posti püstitamisel asetasid posti auku, mille sügavus oli ainult 1,38 meetrit. Tööde juhataja keelas selle posti püstitamist, kuid tema eemaldumisel artelli töölised asusid siiski püstitamisele artelli vanema korraldusel. Kui posti ots oli juba õhuliini juhtmete läheduses, tuli artelli vanem posti juurde ja võttis posti ümbert kinni, käskides teistel artelli liikmetel posti veel kõrgemale kergitada. Posti kergitamisel puutus posti otsas kinnitatud traavers kõrgepinge juhet ja artelli vanem, kes hoidis kinni postist ja sellele kinnitatud maandustraadist, sai elektrilöögi. Teised artelli liikmed seda märgates lasksid posti tagasi langeda harkidele, posti kallakusega umb. 70° maapinna vastu, nii et posti ots ei puutunud enam juhtmeid, nagu on näha joon. 10.



Joon. 10. Õnnetuse koht kõrgepinge elektri-õhuliinil.

Vabanedes pinge alt artelli vanem eemaldus postist paar sammu ja kukkus siis meelemärkuseta maha. Kohe alati kunstliku hingamisega, kuid see ei annud tagajärgi 3½ tunni jooksul. Kadunul oli parema käe peopesal ja vasaku käe väikese sõrme otsas esimese järgu põletishaavad, kusjuures peopesal oli maandustraadi jäljendi kujuline haav.

Elektrilöök kõrgepinge õhuliini parandustöödel. Kõrgepinge õhuliinil (3 ∾ 50, 15000 V) olid käimas parandustööd 1930. a. maikuul. Igal öösel kokkulepitud ajal, nimelt kella 2.25—2.30 katkestati elektri keskjaamas voolu andmine, et ühes alajaamas võimaldada lahklülijate välja tõmbamist ja seega teha pingetuks kõrgepinge õhuliini osa, kus tehti parandustöid. Õnnetuse öösel parandustööde kohal üks montöör, ronides posti otsa, kontrollis kella järele pärast kokkulepitud aega pinge proovimise vardaga õhuliini ja leidis, et liin on pingetu. Uuesti kontrollides aega ja nähes, et vool alajaamas juba 6 minutit peab olema välja lülitud, hakkas tegema ettevalmistusi juhtmete otsesidestamiseks, võttes kätte otsesidestustraadi. Tegelikult aga parandustööde kohal võeti õhuliin uuesti pinge alla, sest alajaamas jäi montöör saatuslikult magama ja ei tõmmanud välja lahklülijad, keskjaamas aga lüliti vool sisse 3 minutit hiljem kokkulepitud ajast. Montöör oli võrdlemisi kõrgel posti otsas ja otsesidestustraat sattus liig lähedale kõrgepinge juhtmetele. Montöör sai elektrilöögi. Saades löögi jäi montöör rippuma postile kandevöö peale, mitte olles enam pinge all. Postilt alla toodi aga õnnetu hiljem, kui jõuti teatada elektrikeskjaama ja teha liin pingetuks. Õnnetule tehti kunstlikku hingamist umbes 20 minutit, kuid tagajärjetult, ja kohale jõudnud arst konstateeris surma. Õnnetul olid peopesades traadi jäljendi kujulised I liiki põletishaavad ja vasakul käsivarrel pealpool küünarnukki III liiki põletishaav.

See õnnetujuhtum näitab, et üksinda kokkuleppimine aja suhtes liini pingetuks tegemisel või pingestamisel ei ole küllaldane hädaohu vältimiseks. Peab saama koha peal teate õhuliini väljalülimisest ja siis konstateerima pingetust vastava abinõuga. Alles pärast seda võib asuda töödele liini juures.

Surmav elektrilöök 220-voldilisest lambipesast. Ühes puutööstuses 1930. aastal tööline laskus keldri korral olevasse laudade kuivatuse katlaruumi, et välja keerata lambipirni seal olevast käsilambist, milleks oli lülijaga harilik metall-lambipesaga lamp. Võttes kätte metall-lambipesa, sai tööline elektrilöögi, kuna lambipesa oli pinge all sisemise isolatsiooni rikete tõttu. Järeleproovimisel selgus, et külgepuutumise pinge oli 110 volti. Elektrilöök oli nõndavõrt tugev, et õnnetu kukkus katlaruumi põrandale elutundemärkideta. Ta viidi kohe haigemajasse, kus toimiti kunstlikku hingamist 4 tunni jooksul, kuid tagajärjetult. Elektrilöögi välistundemärgid puudusid õnnetu kehal, ainult vasakul meelekohal oli nahaalune vere valang. Voolu läbivoolamist inimese kehast soodustas ruumi põrandal olev vesi ja peale selle õnnetu saabaste tallad olid naelutatud.

Õnnetu juhtum näitab, et meie peame olema ettevaatlikud ka harilikult tarvitatavate, 220 ja 110 volt., pingete juures. Eriti tuleb korras hoida käsilampe ja need lambid peavad ehituseviisilt *alati* vastama määruste nõuetele: käsilampide kered ja käepidemed peavad olema isoleerainest ning pinge all olevad osad peavad olema hästi kaitstud juhuslikkude külgepuutumiste eest.

Elektrivoolu mõjust inimorganismile.

Dipl. ins. Karl Martin.

Elektrivoolu mõju inimorganismile oleneb:
a) elektrivoolu tugevusest ja sagedusest;
b) inimese puhtindividuaalsetest omadustest ja juhuslikust hingelisest seisukorrast.

Uurimustes elektrivoolu mõju üle inimorganismile on seni käsitamist leidnud ainult need asjaolud, mida on võimalik kergesti kontrollida mõõtaparaatidega. Sarnaselt kontrollitavad asjaolud on need, mis olenevad voolutugevusest ja sagedusest.

Elektrivoolu mõju inimorganismile esimeses järjekorras võib avalduda soojuse tekitamises, elektrolüüsis ja närvikava ärritamises. Sekundäärselt, põhjustatud eelnimetatud asjaoludest, võivad ilmneda väga mitmesugused häired, millede talumine oleneb ka inimese puhtindividuaalsetest omadustest ja hingelisest seisukorrast.

Tabel Nr. 1.

Voolutugevus m A	Tunded.
0 — 0,9	Ei ole üldse tunda.
0,9— 1,2	Tunda ainult elektroodide külgepuutumise kohtades.
1,2— 1,6	Sügelemine kätes.
1,6— 2,2	Käed nagu surnud.
2,2— 2,8	Tunda ka käerandmetes.
2,8— 3,5	Nõrgalt tunduv kramp kätes.
3,5— 4,5	Tugevamalt tunduv kramp kätes. Nagu väsimuse tunne küünarnukini. Esimesed valutunded tundlikumate inimeste juures.
4,5— 5,5	Kramp küünarnukini.
5,0— 7,0	Nõrk kramp küünarnukist õlani. (Üldiselt ebamugav taluda). Käed kanged ja krambis. Käsi avada väga raske.
8,5— 9,5	Kramp õlani.
10,0	Väga ebamugav tunne.
11,0—12,0	Kramp õlas. Talutav ainult umbes 30 sek. jooksul.
13,0—15,0	Käte avamine võimalik ainult erilise pingutuse juures.
15,0	Käte avamine võimatu. Talutav umbes 15 sek. jooksul.

Eriliselt mainin siinjuures elektrolüüsi arvatavat mõju, mis võib iseenesest väga suur olla ja ühtlasi mõjutada ka närvikava ärritust. Kõrgesageduse voolusid võrdlemisi suure voolutugevusega talub inimene kergesti ning kõrgesageduse juures ei ilmne just elektrolüütilisi nähteid. Ekslikuks tuleb lugeda seni levinud arvamist, et kõrgesageduse vool ei ole sellepärast hädaohtlik, et voolu teeks on keha välispind. Haiguste ravimiste juures tarvitatakse kõrgesageduse voolu just selleks, et soendada inimkeha seest, sellega peab vool läbistama just inimkeha.

Helveetsias Zürichi kantoni jõujaamas on tehtud katseid*) 25 inimese juures, et selgitada
a) voolu mõju olenemist voolutugevusest,
b) missugune sõltuvus on pinge ja voolutugevuse vahel, ja
c) missugustest välistest asjaoludest oleneb inimkeha takistus. Katsed tehti peamiselt vahelduva vooluga, sagedusega 50 per/sek.

Voolutugevusest olenevad tunded olid kõikide katseisikute juures enam-vähem ühtlased. Elektrivoolust põhjustatud tunnete kirjeldused, kusjuures elektroodid 20 mm läbimõõduga ja 160 mm pikad hoiti käes, on toodud tabelil nr. 1.

Järgnevais tabeleis Nr. 2 ja 3 on toodud katsete andmed sõltuvuse kohta pinge, voolutugevuse ja takistuse vahel. Nendest andmetest selgub, et inimkeha takistus ei ole konstantne suurus, vaid oleneb inimese individuaalsetest omadustest, voolutugevuse suurusest, kokkupuutumise pinna seisukorrast ja selle suurusest. Peale selle oleneb inimkeha takistus veel elektriseerimise aja pikkusest ja ka muudest asjaoludest, nagu külgepuutumise kohast inimkehal, mis aga ei ole väljendust leidnud alltoodud tabelites.

Ühele asjaolule tuleb aga eriliselt siin tähelepanu juhtida, s. o. et tundelikkumate inimeste juures võivad juba *20—30 voldilised* külgepuutumise pinged põhjustada elektrišõnnetusi.

*) Bulletin d. Schweiz. Elektrotechnisch. Vereins,

Tabel 2. Inimkeha takistuste sõltuvus voolutugevusest ja külgepuutumise pinna seisukorrast.
Elektroodid hoiti kõvasti käes. Elektrootide läbimõõt 20 mm.

A. Kuivad käed.

Ülemine piir.					Alumine piir.				
Katse järjekorra nr.	Pinge V	Voolutugevus m A	Takistus Ω	Takistus %	Katse järjekorra nr.	Pinge V	Voolutugevus m A	Takistus Ω	Takistus %
1	5,8	0,5	11.500	100,0	13	1,8	0,5	3.600	100,0
2	10,4	1,3	10.400	89,8	14	3,3	1,0	3.300	91,6
5	25,1	3,0	8.350	72,1	17	8,3	3,0	2.780	77,2
7	36,4	5,0	7.280	62,8	19	12,9	5,0	2.570	71,4
10	59,6	10,0	5.960	51,4	22	23,0	10,0	2.300	63,9
12	80,3	14,0	5.740	49,5	24	30,1	14,0	2.150	59,7

(Tabeli järg lk. 199.)

(Tabeli algus lhk. 198.)

B. Käed kaevuveega niisutatud.									
25	3,8	0,5	7.500	100,0	37	1,4	0,5	2.750	100,0
26	6,7	1,5	6.700	89,0	38	2,6	1,0	2.600	94,5
29	15,7	3,0	5.240	69,0	41	6,8	3,0	2.250	81,8
31	22,7	5,0	4.540	60,5	43	10,5	5,0	2.100	76,4
34	35,0	10,0	3.500	46,6	46	19,0	10,0	1.900	69,1
36	44,6	14,0	3.190	42,5	48	25,2	14,0	1.800	65,4
C. Käed soodalahuga niisutatud.									
49*)	2,25	0,5	4.500	100,0	55*)	0,96	0,5	1.920	100,0
50	12,0	4,0	3.000	66,6	56	5,9	4,0	1.470	76,5
52	16,3	6,0	2.720	60,4	58	8,5	6,0	1.420	74,0
54	24,0	10,0	2.400	53,4	60	13,8	10,0	1.380	72,0

*) Ekstrapoleeritud.

Tabel Nr. 3.

Inimkeha takistuste sõltuvus külgepuutumise pinna suurusest. Katsed tehti kuivade kätega.

Katsejärjekorra nr.	Katse isik	Elektroodide Ø mm	Elektrootide puudutamise viis	Pinge V	Voolu tugevus mA	Takistus Ω	Külgepuutumise pind cm²	Keha takistus arvutatult 1 cm² peale Ω	Takistus arvutat. 1 cm² peale ühes külgeputumise kohas Ω
61	F	9	Elektroodid kõvasti mõlemates kätes.	35,0	8,0	4375	18,0	78700	39350
62	„	9		42,0	9,0	4670	18,0	84000	42000
63	„	20	Puudutamine kummagi käe 3 näpuotsaga.	44,0	3,0	14700	5,5	80800	40400
64	„	20	Puudut. mõlema käe peopesaga.	44,0	1,9	23400	3,2	75000	37500
65	„	20	Puudutamine ühe käe ühe näpuotsaga.	45,0	0,4	112000	0,75	84000	42000
66	„	20	Elektroodid kõvasti mõlemates kätes.	34,0	11,6	2940	30,0	88200	44100
67	O	20	Elektroodid kõvasti mõlemates kätes.	34,0	9,35	3640	30,0	109000	54500
68	„	9	„	34,0	4,35	7820	14,0	109200	54600
69	„	9	„	39,5	5,86	6730	14,0	94200	47100

Katsete juures alalise vooluga selgus, et tunded elektriseerimise juures lähevad lahku nendest, mis esinevad elektriseerimisel vahelduva vooluga. Üldiselt on alalise voolu mõju raskemalt talutav, kui on see vahelduva voolu juures. Seletada võib seda vast jällegi sellega, et alalise vooluga elektriseerimisel on elektrolüüsi mõju suurem.

Tabel Nr. 4.

Inimkeha takistuste sõltuvus voolutugevusest alalisevoolu juures.

Käed kuivad. Elektroodid hoiti kõvasti kätes. Elektrootide läbim. 9 mm.

Ülemine piir.					Alumine piir.				
Katsejärjekorra nr.	Pinge V	Voolutugevus mA	Takistus Ω	Takistus %	Katsejärjekorra nr.	Pinge V	Voolutugevus mA	Takistus Ω	Takistus %
72	20,0	0,5	40.000	100,0	84	4,8	0,5	9.600	100,0
73	35,6	1,0	35.600	89,0	85	9,0	1,0	9.000	93,7
76	63,5	3,0	21.200	53,0	88	22,2	3,0	7.400	77,0
78	73,9	5,0	14.800	37,0	90	31,0	5,0	6.200	64,5
81	90,0	10,0	9.000	22,5	93	43,0	10,0	4.300	44,8
83	100,7	14,0	7.200	18,0	95	51,8	14,0	3.700	38,5

Tabel Nr. 4 annab meile inimkeha takistuse sõltuvuse voolutugevusest alalise voolu korral. Katsetel tarvitati elektroode läbimõõduga 9 mm, nii et külgepuutumise pind elektrootidega on väiksem, kui katsetel vahelduva vooluga, sellega ka tabelis toodud inimkeha takistus suurem. Arvestades ühesuuruste külgepuutumispindadega, võiks oletada ühesuuruseid takistusi nii alalise kui vahelduva voolu korral. Vahe seisab aga siiski veel selles, et alalise voolu juures on takistuse sõltuvus voolutugevusest suurem, mida on näha tabeli viimasest sambast takistuse protsentuaalsest muutumisest.

Aurukatelde materjalide vastupidavuse kestvus.

Dipl. ins. J. Veerus.

Aurukatelde tarvitamisel peab olema kindlustatud nende hädaohutu käsitamine. Tarvitatavate aurukatelde materjali omadused halvenevad teatud aja jooksul ja võivad muutuda loomuliku vananemise tõttu nõndavõrt halvaks, et järelduseks võivad olla suuremaulatuslikud katlaplekkide rebenemised ja õnnetused. Et vältida sarnaseid õnnetusi, peab olema teada: 1) kuivõrt peavad olema halvenenud materjali omadused, et ei ole kindlustatud hädaohutu töötamine, 2) mis aja jooksul halveneb katla materjal lubamatu piiridesse, 3) missuguste proovimiste abil tuleb leida materjali halvenemist. Need küsimused ei ole veel leidnud igakülgset valgustust, kuna aurukatelde laiaulatuslikum ehitamine algas 1860—1870. aastates ja alles mõned aastakümned on meil käsitada vanu aurukatlaid. Küsimus on lahendamisel lühiaega. Teisest küljest ei ole veel küllaldaselt arenenud materjalide tundmine füüsilis-keemilistest seisukohtadest.

Aurukatelde juures on meil tegemist materjali vastupidavusega kolmes olukorras:

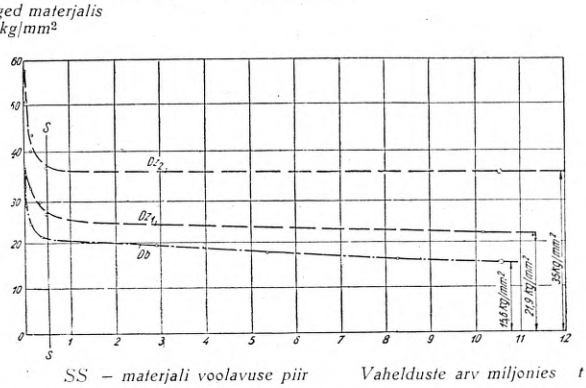
a) materjali vastupidavus kohtadel, kus tekivad liig kõrged pinged katla konstruktsiooni tõttu,
b) materjali vastupidavus kohtadel, kus materjali omadused katla valmistamisel on juba halvenenud võrreldes ümbritsevate kohtadega,
d) materjali vastupidavus plekkide vananemisel.

Materjali vastupidavus kõrgelt pingetatud katlaosades. Katlaosade materjalina esineb vana katelde juures peamiselt keeduraud, uute juures valuteras ja mitmesugused eriterased. Proovides katla materjali enne katla valmistamist, on meil teada missugustel pingetel materjal murdub. Katlaosades tekkivaid pingeid tuleb arvutada analüütilisel või graafilisel teel või praktiliste katsete abil. Kui pingete suurused üksikutes katlaosades on täpselt teadmata, näiteks, järskudes üleminekutes mitmesugustes otsseintes, järsknurkades veekambrites jne., siis on võimalik, et ka katla normaal aurusurve- ja soojuskoormatusel tekivad nendes kohtades võrdlemisi kõrged pinged, juba voolavuse piiri lähedusse.

Suurem osa katlaid töötavad perioodiliselt. Katelde osades pinged tõusevad maksimumini katla tegevuse kõrgeimal koormatusel ja langevad nullini katla tööta olekul. Järelikult katlaosade pinged muutuvad vaheldudes. Pingete vahelduse tõttu alaneb aga üldiselt materjali vastupidavus. Vahelduvate pingutuste tõttu tekib viimaks materjali murdumine pingete juures, mis on vähemad pingetest materjali voolavuse piiri juures. Vahelduvate pingutuste murdpingete määrad olenevad pingutuste iseloomust ja vahelduste arvust. Kõrgete pingete korral on tarvis väikest arvu pingete vaheldusi materjali murdumiseks; vähemate pingete korral võib see arv olla väga suur. Allapoole teatud määra võivad pinged vahelduda lõpmatu suurel arvul materjali murdumiseta. Seda määra nimetatakse v a h e l d u s p i n g e t e t u g e v u s e k s (Schwingungsfestigkeit). Viimane on sagedasti alla materjali voolavuse piiri. Näiteks, katlapleki materjalil oli ühedel laiaulatuslikkudel kestvuspaindeproovidel suhe

$$\frac{\text{vahelduspingete tugevus}}{\text{voolavuse piir}} = 0{,}7$$

Üldiselt on aurukateldes pingete vahelduste arv võrdlemisi väike ja seepärast kateldes sagedasti just ei teki murdumisi või rebenemisi materjali muutumisest rohkearvuliste pingete vahelduste tõttu. Kui aga mõnes katlaosas tekivad kõrged pinged katla konstruktsiooni tõttu, siis nende pingete vaheldusel maksimumist nullini võib juba võrdlemisi väike arv pingete vaheldusi viia materjali rebenemiseni.



Joon. 1. Materjali vastupidavus pingete vaheldusel.

Näiteks[1]), Stuttgarti materjali proovikoja andmetel katlaplekk, tõmbetugevusega 37,5 kg/mm², kestvuspaindeproovidel — σ max kuni + σ max pingete juures 21 kg/mm², mis oli materjali voolavuse piiriks, kannatas välja ainult ½ miljonit korda pingete vaheldust; pingete juures 15,6 kg/mm² kannatas aga välja 10½ miljonit korda pingete vaheldust. Näeme kui tunduvalt väheneb murdumiseks tarvilik pingete vahelduste arv kõrgete pingete juures. Joonisel 1. toodud diagrammil on tähendatud nimetatud katse punktjoonena Db. Punktjooned Dz1 ja Dz2 näitavad kestvustõmbe proovidel materjali rebenemise pingeid ja vastavaid arve pingete vaheldusi. Proovid teostati omal ajal Wöhler'i poolt Münchenis ja pingete muutused olid 0 kuni + σ max.

Vaatamata üldtunnustatud määradele ehitatakse siiski katlaosi sarnase konstruktsiooniga, et üksikutes osades pinged tõusevad kõrgele ja ulatuvad voolavuse piirini. Arvestades ülaltooduga vahelduspingete tugevuse kohta on selge, et sarnastes kõrgesti pingetatud katlaosades peab võrdlemisi vara ilmuma materjali murdumine.

Kõrgesti pingetatud osadeks katlas võivad olla igasugused järsud käänakud ja neetõmblused. Peaaegu alati on aga arvutamata, kui kõrged on need pinged järskkäänakutes ja neetõmblustes. Nende pingete arvutuslik määramine analüütiliselt on liig pikaldane ja praegu veel puuduvad rahvusvaheliselt üldtunnustatud meetodid nendele arvutustele. Seepärast katlaid ehitavad tehased piirdusid senini praktiliste kogemustega nende osade ehituse alal. Et järskkäänakutes võivad tekkida kõrged pinged, oli teada juba mineval aastasajal, kuid siiski tarvitati raud- ja terasesemete valmistamisel järsknurke ja -käänakuid. Aurukatelde juures on viimasel ajal tekkinud liig palju vigastusi

[1]) M. Ulrich. Schäden und Lebensdauer der Dampfkessel in ihrer Abhängigkeit von der Beanspruchung und Schwingungsfestigkeit der Werkstoffe. Veröffentlichungen des Zentralverbandes der Preussischen Dampfkessel-Ueberwachungsvereine. Band V.

järskkäänakutesse ja on selge, et aurukatelde juures tuleb kategooriliselt loobuda järskkäänakute ehitamisest.

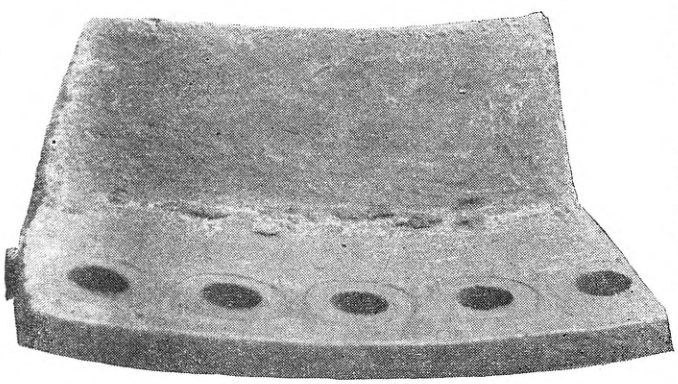
Peatume järskkäänakute vastupidavuse nähetel kodu- ja välismaa praktikast. Aurukatelde mitmesuguseid otsseinu, leegitorusid, veekambreid jne. ehitati kümned aastad järskkäänakutega võrdlemisi väikeste ülemineku raadiustega. Pärast maailmasõda mindi liig kitsiks nende ülemineku raadiustega. Plekid painutati peaaegu 90° nurga all.

Saksa ametlikkudes aurukatelde konstruktsiooni normides ei olnud varemalt ette nähtud tugedeta kumerate otsseinte käänaku ülemineku raadiuse määra. Alles 1928. a. hakkasid maksma uued normid, mille järele käänaku raadius r ei tohi olla alla $^1/_{10}$ otsseina väliisest läbimõõdust ning otsseina kumeruse raadius ei tohi olla suurem otsseina läbimõõdust.

Lamedate tugedeta otsseinte käänakute raadiuse alammäär on alates 1928. a. mitte alla $^1/_{15}$ otsseina sisemisest läbimõõdust. Kui lamedad otsseinad on ühendatud sissevalitsitud tule- või suitsutorudega, siis nüüd käänakute alammäärad peavad olema

otsseina läbimõõdul	300— 350 mm	25	mm.
„ „	400— 550 „	30	„
„ „	600—2400 „	35	„
„ „	2450—3000 „	40	„

Käänakute kohta lamedatel otsseintel, milledel suurem osa väljalõigatud ja selle asemele poltide abil otsseina külge kinnitatud eriosa, mille külge omakord needitud leegitoruline tulepesa, ei ole normides senini mingisuguseid nõudmisi. Sarnased otsseinad on aga suurel määral tarvitusel Saksa firmade poolt ehitatud kohakindlatel lokomobiilidel.



Joon. 2. Praod veetorukatla kumera otsseina käänakus.

Eesti aurukatelde juures on ette tulnud tugedate kumerate otsseinte pragunemisi järskkäänakus. Näiteks[2]), ühel veetorudega katlal, pärast 28. aastalist tegevust, olid tekkinud ülemise trumli otsseina käänakusse vasakule poole üksikud pinnapraokesed, sügavusega kuni 4 mm, pikkusega 20—25 mm. Pragunenud koha üldpikkus oli 250 mm. Pleki paksus 15 mm. Rebenenud koht on näha joon. 2. Katlale asetati uus otssein.

Šveitsi aurukatelde järelevalve seltsi peainsener E. Höhn[3]) koostas 1927. aastal kokkuvõtte Šveitsis, Saksamaal, Prantsusmaal ja Austrias pärast maailma sõda pragunenud käänakutega kumerate otsseinte kohta aurukateldes, missugused asendati uute otsseintega. Kokkuvõte koostati 344 aurukatla kohta ja üksikasjalikud andmed on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Pragunenud käänakutega tugedeta kumerad otsseinad, missugused asendati uute otsseintega.

Katelde		Käänaku ja kumeruse raadiuste suhe $\frac{r}{R}$	Katla surve		Pleki paksus		Vanadus (aastad) pragunemiseni	
			p max atü	p min atü	s max cm	s min cm		
%	arv						suur.	väiks.
1,2	4	0,015	15	8	2,6	1,8	7	2
10,5	36	0,020	16	5,5	3,45	1,4	19	7
32,0	110	0,025	18	8	2,9	1,8	29	3
27,6	95	0,030	15	9	2,6	1,7	35	6
6,1	21	0,035	16	10	2,4	1,5	20	5
13,4	46	0,040	16	8	2,8	1,5	37	2
4,3	15	0,040	20	8	2,3	1,1	16	3
4,9	17	täpsed andmed puuduvad						
100,0	344							

Peale kumerate otsseinte tuleb pragunemisi ette võrdlemisi sagedasti lamedate otsseinte käänakutes, mis tarvitusel lokomobiilkatelde juures. Eriti palju on ette tulnud Eestis sarnaseid pragunemisi kahe Saksa suurema lokomobiile ehitava firma katelde otsseinte ja leegitorude käänakutes. Üks sarnane järskkäänaku pragunemine suurema Saksa firma lokomobiilil lõppes suuremaulatusliku rebenemisega, kusjuures 2 inimest said vigastusi. See sündis 1931. a. Tartu ühes jahu- ja saeveskis.

Küttepoolse otsseina käänak ülemises osas, peamiselt aururuumis, rebenes pikkusel 1420 mm ja suurima laiusega 140 mm. Otsseina paksus tasapinnalistel kohtadel oli 23—24 mm, käänaku kohal oli 20 mm. Käänaku sisemine raadius oli ainult 8 mm. Joon. 3 on näha rebenenud käänak seestpoolt. Käänak on rebenenud teravkandiliselt mõlemilt, vee- ja välispoolt, umbes 45° all.

Riiklikus Katsekojas prooviti rebenenud otsseina materjali mitmest kohast ja prooviandmetest, tabelil 2, selgub, et algmaterjal käänaku kõrval asuvates osades tõmbetugevus 33,8 kg/mm², mis vähem nõuetavast 35 kg/mm², ja

Tabel 2

Prooviplaadi võtmise koht	Tõmbetugevus kg/mm²	Venivus pikkusel $5{,}65\sqrt{w}$ %	Painde proov Painde-nurk 0	Löökproovil tarvisminev töö → mkg/cm²	Löökproovil tarvisminev töö ↑ mkg/cm²
Pikuti rebenenud käänakule . . .	35,2	35,7	180	7,2	10,4
Põiki rebenenud käänakule . . .	35,8	39,2	180	8,9	ei katkenud
Pikuti terveks jäänud käänakule .	33,8	36,2	180	—	—

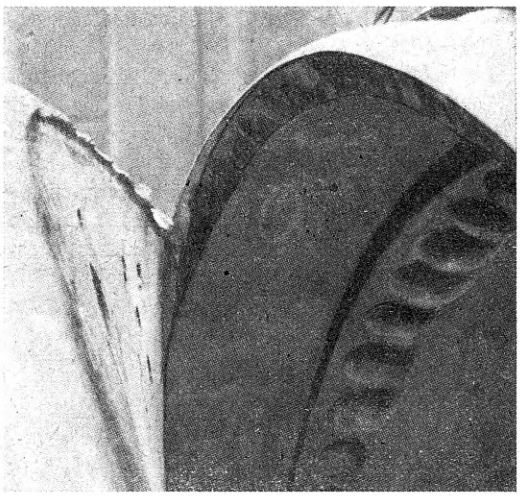
2 löökproovil oli tarvisminev töö alla 10 mkg/cm². Viimane määr ei ole küll ametlikult normides fikseeritud, kuid harilikult siiski tarvitatav. Peale selle võeti proovitükid põiki terveks jäänud ja rebenenud kohale ja tehti mõlemist makrostruktuursed ülesvõtted (joon. 4 ja 5), milledest on näha, et pragu on tekkinud järskkäänaku sügavuses ja edasi läinud juustaolise praona. Plekis eneses on näha rohkel arvul lisandite (Seigerungen) kihte. Terveks jäänud käänakust võeti 4 mikrostruktuurset ülesvõtet (joon. 6—9).

[2]) J. Veerus. Aurukatlad. 1931. a.

[3]) E. Höhn. Über die Festigkeit der gewölbten Böden und der Zylinderschale. 1927.

Joon. 9, punktis 4, on normaalstruktuur — keskmise suurusega, ühesuurused kristallid, ferriit kristallid on valged ja perliit mustad. Joon. 6, punktis 1, on ülekuumendatud struktuur — võrdlemisi suured kristallid ferriidist. Joon. 7, punktis 2, on struktuur muutunud normaalsega võrreldes, kuid siiski vastuvõetav. Joon. 8, punktis 3, on materjal muudetud, süsinikku on vähe ja struktuur on peenteraline ferriit. Näeme, et käänaku kohal materjal on kaotanud normaalse struktuuri soojuslisest ja mehaanilisest ümbertöötamisest käänaku valmistamisel.

Nimetatud lokomobiil oli töötanud alates aprillist 1924. a., seega 6¾ aastat. Arvestame lokomobiilile pingete vaheldusi selle aja jooksul ümm. 2000, seega väga väike arv pingete vaheldusi. Konstruktsiooni tõttu olid käänakus suured pinged, missugused tekkisid aurusurve koormatusest ja katla osade mittevabast paisumisest, eriti leegitoruline tulepesa surus välja otsseina. Kuna käänak oli kujundatud äärmiselt väikese raadiusega, siis võib arvestada käänakus pingeid umbes 2000 kg/cm², seega pinged materjali voolavuse piiri läheduses.

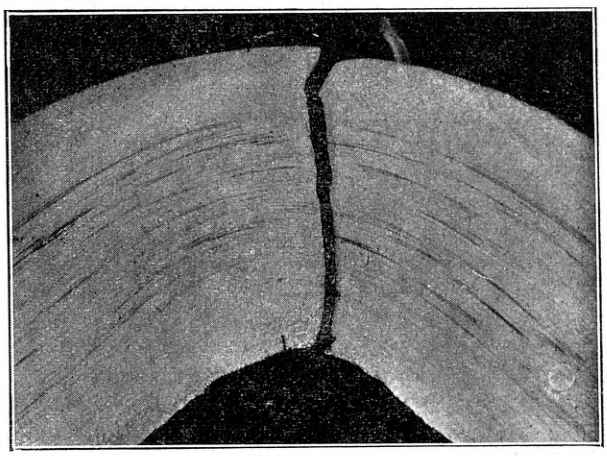


Joon. 3. Lokomobiili rebenenud käänak.

Kokkuvõtlikult peame konstateerima: järskkäänakud väikeste raadiustega ei või pidada vastu kauemat aega, vaid peavad pragunema võrdlemisi lühi aja jooksul. Vaatamata esialgsele heale materjalile, käänaku valmistamisel materjal siiski halveneb, mis tõttu materjali tugevuse omadused halvenevad, ja kui konstruktsiooni tõttu katlaga töötamisel käänakus tekivad kõrged pinged voolavuse piiri läheduses, siis juba võrdlemisi väikese arvu pingete vahelduste juures tekib materjalis pragunemine juusprao näol, mis võib areneda hädaohtlikuks rebenemiseks.

Järskkäänakutega otsseinte järelevalvet Eestis teostatakse kõige äärmise põhjalikkusega: nimelt, alati nõutakse käänakute puhastamist haljas metallini; pärast ülalnimetatud käänaku rebenemist Tartus, peitsitakse käänakud järelevalve teostamisel seguga: 4 cm³ salpeterhapet, erikaaluga 1,4 lahustatud 50 cm³ 95⁰ piirituses, mis on võrdlemisi sarnane segule soovitatud Saksa suurkatelde omanikkude ühingu aurukatelde käsitamise juhtnöörides[4]). Juuspragude leidmine on üldi-

[4]) Kesselbetrieb. Vereinigung der Grosskesselbesitzer. 1931.

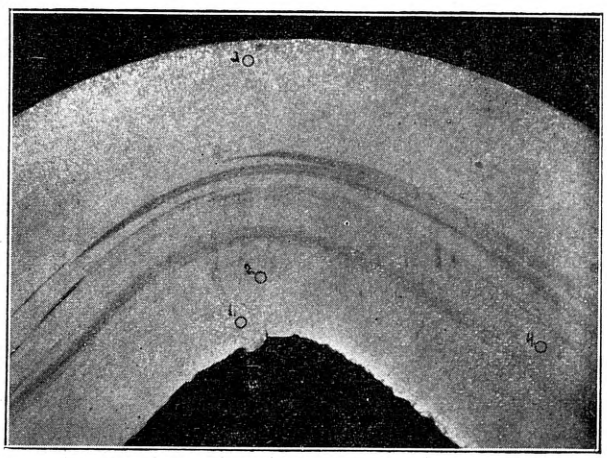


Joon. 4. Rebenenud käänak.

selt võrdlemisi raskendatud. Katlakivi kihi mittekõrvaldamisel on aga täiesti teadmata, kas käänak on pragunenud või mitte. Samuti ei too veesurve proov avalikuks neid pragusid, kuna väga juhuslikult võib veesurve proov sattuda prao rebenemise viimasele momendile.

Mõnel pool levinenud vaade, et need juuspraod tekivad juba katla valmistamisel, ei näi küll olevat õige. Meil Eestis on teada 2 lokomobiili juures juuspragude tekkimine, sügavusega 1—3 mm, järskkäänaku sisemises osas kahe järelevaatuse vaheajal, kusjuures see vaheaeg oli ühel juhul 6 ja teisel 9 kuud ning järelevaatused teostati samade isikute poolt samade meetodite abil.

Eestis on iseseisvuse ajal võrdlemisi palju üles seatud kohakindlaid lokomobiile kahelt suuremalt Saksa firmalt. Need lokomobiilid on ehitatud kõik 1915.—1928. aastatel, peamiselt aga 1920.—1924. a. Nende lokomobiilide järskkäänakutega otsseinad ja leegitorud ei pea vastu kauemat aega, vaid alates 6. tegevuse aastast tekivad juba pragunemised. Tartus rebenenud lokomobiili tüüpi aurukatlaid on Eestis 13. Nende otsseinte järskkäänakute raadiused on 8—10 mm. Otsseinte pragunemised on avastatud 1930.—1932. aastatel ja katelde töötamise aja järele jagunevad need pragunemised järgmiselt.



Joon. 5. Terveks jäänud käänak.

Numbrid 1—4 näitavad kohti, kust võetud mikrostruktuursed ülesvõtted.

Lokomobiilide arv	Pragunenud mitmendal töötamisaastal	Pragunemata lokomobiilide arv	Töötanud mitmendat aastat
2	7. aastal	1	6 aastat
1	8. „	2	8 „
3	9. „	1	9 „
3	10. „		

Näeme, et 13 lokomobiilist on 9 pragunenud otsseintega; nendest 3-le asetati uued otsseinad. Kõik teised, vigastatud ja terved, otsseinad on tugendatud lisakinnitustega pragunenud koha laiaulatuslikuma lahtilöömise vältimiseks.

Kohakindlaid lokomobiile järskkäänakuliste otsseintega, raadiustega 20—25 mm, on Eestis ülesseatud 38. Nendest on pragunenud 15 mitmesugustel töötamise aastatel. 23 lokomobiilil on otsseinad pragunemata. 5 lokomobiilile on asetatud uued otsseinad ja 28 lokomobiilil on otsseinad tugendatud lisakinnitustega. Nendest lokomobiilidest on mõnedel pragunenud leegitoru käänakud vastu küttepoolset otsseina.

Otsseinad pragunenud.

Lokomobiilide arv	Pragunenud mitmendal töötamisaastal
2	6. aastal
3	8. „
2	9. „
6	10. „
1	11. „
1	15. „

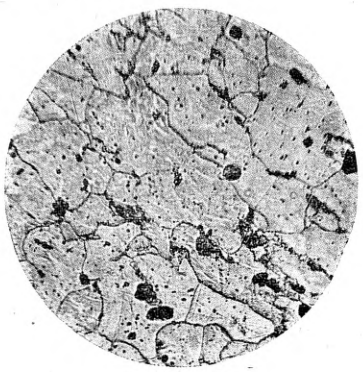
Leegitorud pragunenud.

Lokomobiilide arv	Pragunenud mitmendal töötamisaastal
1	7. aastal
3	9. „
1	10. „
2	11. „

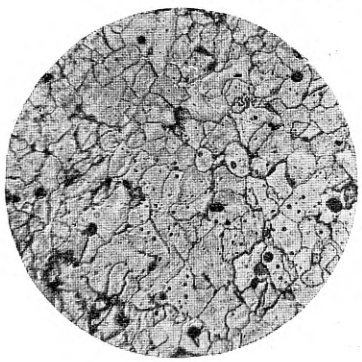
Kokkuvõtlikult peame tähendama: kohakindlate lokomobiilide järskkäänakulised otsseinad ja leegitorud on konstruktiivselt nõrgad kohad ja nende kohtade vastupidavuse kestvus on lühiajaline.

Materjali vastupidavus neetõmblustes. Vaadeldes materjali vastupidavust kõrgesti pingetatud katla osades, nägime, et järskkäänakute valmistamisel võib ka esialgne hea materjal halveneda ja seega materjali vastupidavust vähendada. Pragunemise peapõhjuseks on siiski kõrgete pingete vaheldus, kuna halvenemine valmistamisel ainult soodustab pragunemist. Neetõmblustes on meil harvem tegemist liigselt kõrgete pingetega. Siiski ka neetõmblustes on kõrgemad pinged, kui ümbritsevates pleki osades, mis on kindlaks tehtud venivuse täpsus-mõõtmistega mitmete uurijate poolt, näiteks Dr. ins. Daiber'i poolt. Neetõmblustes pleki materjali halvenemine ja pragunemine sünnib, praeguste vaadete järele, siiski rohkem materjali mittesoodsast mõjustamisest neetõmbluse valmistamisel ja kõrgemad pinged on ainult soodustavaks asjaoluks.

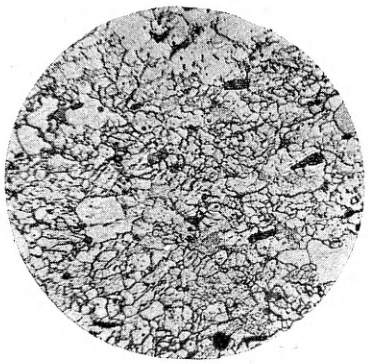
Neetõmbluste valmistamisel selgus juba ammugi, et needi aukude stanssimisel materjal augu ümbruses tugevasti ülepingetatakse, ja seepärast loobuti neediaukude stanssimisest. Neediaugud puuritakse nüüd välja. Neetõmbluse koostamisel oleme aga sunnitud plekke asetama tihedalt üksteise vastu, mida teostatakse plekkide kuumutamisega ja vasardamisega. Üldiselt on teada, et plekki tuleb vasardada tarvilikult kõrgete temperatuuride juures. Pleki vasardamisel vähematel temperatuuridel pingetame materjali jahtunud kristalle pingeteni, mis ulatuvad üle materjali voolavuse piiri. Materjali kristallid on seega juba deformeerunud nendes osades, mida vasardasime madalatel temperatuuridel. Pingete vaheldusel neetõmbluses praguneb muidugi kõige ennem alguses deformeerunud materjal, s. o. kohtades vasardatud mitte lubatavatel temperatuuridel. Näeme, kui tähtis on töökodades hoolt kanda, et pleki ümbertöötamine sünniks äärmise hoolsusega. Neetimise protsessil enesel on tähtis, et materjal needipeade all ei surutaks kokku liig suurte survete all. Seniste kogemuste järele lubatakse survet needivarre põiklõikes 8 t/cm². Sarnaste neetimissurvete juures kokkuneeditavate plekkide pindade materjalis ei tekkivat pingeid hädaohtlikes piires. Neetimisel tuleb aga alati kontrollida, kas seegi nõue on täidetud. Vastasel korral võib materjali ülepingetada ja



165:1
Punkt 1.
Joon. 6.

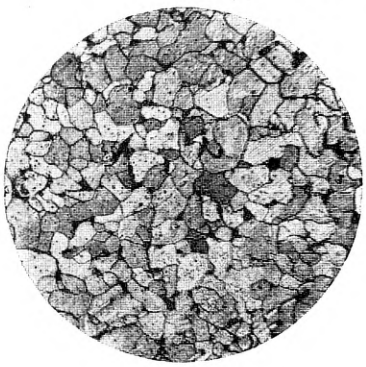


165:1
Punkt 2.
Joon. 7.



165:1
Punkt 3.
Joon. 8.

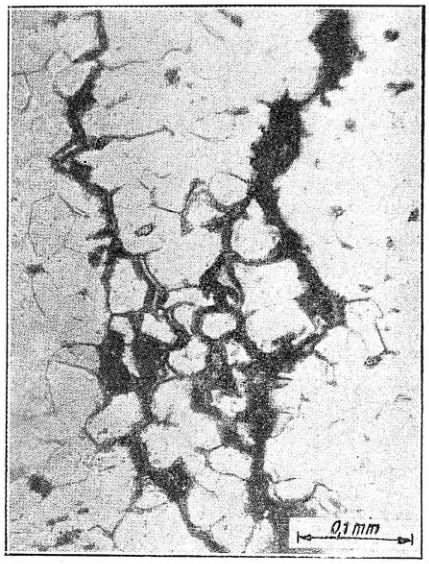
Mikrostruktuursed ülesvõtted katlaterasest käänatud kohast.



Punkt 4.
165:1
Joon. 9.
Katlaterase normaal struktuur.

pragunemine sünnib varemini, kui normaalses materjalis.

Ameerikas levis viimasel aastakümnel vaade, et neetõmblustes tekkivate pragude põhjuseks on nõnda nimetatud „kaustiline rabedus“ („kaustische Sprödigkeit“), s. o. plekkide rabedaks muutumine leelisega kokkupuutumisel. Prof. Parr, selle hüpoteesi esindaja, leiab, et pinged materjalis peavad ületama voolavuse



Joon. 10. Kristallidevaheline pragu.

piiri, alles siis materjal muutub tundelikuks leelistele katlavees. Juba Chemnitzis 1914. a. leiti, et harilik katlaplekk teatud tingimustel kaldub pragunemisele kokkupuutumisel kange kontsentratsioonilise naatronleelisega. Tegelikult aurukatelde vetes ei ole võimalusi kange kontsentratsiooniga leeliste kujunemiseks ja sarnased leelised võiksid äärmisel korral kujuneda neetõmblustesse plekkide vahele. Kuid ka neetõmblustes nende mitteläbilaske korral plekkide vahele ei kujune harilikult kange kontsentratsioon, prof. Baumanni katsete järele ainult kuni 1:3[5]). Leeliste mõju katla materjalile rabeduse mõttes vähendavad sulfaatide kogud katlavees. Senini on leeliste mõju küsimus neetõmbluste pragude tekkimisel täies ulatuses veel lahendamata. Ameerikas pooldatakse leeliste suurt mõju; Saksamaal aga leitakse, et suurema tähtsusega on ikka plekkide ümbertöötamine ebasoodsatel tingimustel, nagu madalatel temperatuuridel, kõrgetel survetel jne. Ühiseks punktiks on materjali pingutamine üle voolavuse piiri. Huvitav on, et neetõmblustes pragude tekkimisel kujunevad sagedasti „kristallidevahelised“ (interkristalline) praod. Üks sarnane pragu on näha joon. 10.

Eestis on neetõmbluste pragunemisi ette tulnud võrdlemisi vähe. Näiteks, ühe 26-aastase leegitorukatla väliskere neetõmbluse alumisse plekisse olid tekkinud juuksekarvataolised, silmaga vaevalt nähtavad, praokesed neediaugust auguni ühes sihis. Ühel kohakindlal lokomobiilil rebenes väliskere pikuti neetõmblust ühe lüli pikkusel, umb. 2500 mm., pärast 19-aastalist katlaga töötamist.

Huvitavaid andmeid plekkide proovimiste kohta neetõmblustes toovad K. Daeves, E. Pfeiffer ja G. Urbanczyk 1932. aastal ajakirjas V. D. J.[6]) 8 katla plekkidest võeti proovitükid neetõmblustest: ühed üsna neediaukude äärest, teised umb. 150 mm kaugusel neetide reast. Proovitükid lõigati välja suuruses 65×10×10 mm³, töölõike pinnaga 10×7 mm². Proovitükid prooviti löögile toetuspunktide vahel 42 mm, pendellöögivärgiga 25 mkg. Neediaukude juures enne proovimist pragusid ei leidunud. Kõigis neetõmblustes oli aga näha suuremal või vähemal määral jõujooni (Kraftwirkungsfiguren). Väljaspool neetõmblusi võeti üldiselt proovid suuruses 160×30×15 mm³, ümmargune täke läbim. 4 mm, töölõike pind 15×15 mm², pendellöögivärk 75 mkg. Proovimisandmed on toodud tabelil 3.

[5]) Dr. Baumann. Der heutige Stand der Laugenfrage. V. Tagung des allgemeinen Verbandes der detschen Dampfkessel-Ueberwachungs-Vereine.

[6]) V. D. J. 1932, Nr. 23.

Tabel 3. Materjali proovimine löögile neediaukude juures, neetõmbluste läheduses ja väljaspool neetõmblusi.

Järjek. nr.	Katla				Löögiproovil murdmiseks tarvilik töö			Löökproovi töölõike mõõdud väljaspool neetõmblusi mm²
	süsteem	materjal	tegevuse aastad	survе atü	neediaugu juures mkg/cm²	neetõmbluse läheduses mkg/cm²	väljaspool neetõmblus. mkg/cm²	
1	tuletoruline	valuraud	29	10	0,69 0,72	11,0 7,58	18,5	15×13,5
2	leegitoruline	keeduraud	44	6	2,0 1,67	3,37 2,76	3,3	15×12,5
3	„	valuraud	28	12	0,53 1,75	6,73	24,7	15×15
4	„	valuraud	31	12	2,75 12,08	7,0	8,54	15×15
					1,1 0,68	4,36	9,46	15×15
5	tuletoruline	valuraud	26	8	0,53 0,47	3,52	18,6	15×15
6	leegitoruline	osa valurauda, osa keedurauda	30	8	1,94 1,52	8,55	10,9	15×10,5
7	tuletoruline	valuraud	29	9,5	1,01	8,55	13,1	15×12
8	„	„	30	12	0,6	5,75	9,34	15×15

Näeme, et kõige rabedam on materjal neediaukude juures, siis järgneb materjal neetõmbluse läheduses ja palju vastupidavam on materjal väljaspool neetõmblusi. Huvitav on, et keeduraua juures, proovil 2, on see vastupidavuse vahe võrdlemisi väike, valuraua juures on aga väga suur. Veel nähtub andmetest, et neediaukude juures on materjali vastupidavus võrdlemisi kitsastes piirides 0,5—2,5 mkg/cm²; neetõmbluste läheduses on materjali vastupidavus võrdlemisi lahkuminev, vastupidavus kõigub 2,5—12 mkg/cm²; väljaspool neetõmblusi, väljaarvatud keeduraud, on vastupidavus löögile veel täiesti hea, piirides 8,5—24,5 mkg/cm².

Näeme, et kui terves plekis materjal ei ole veel rabe, siis võib neetõmblustes materjal olla juba üsna rabe, mis võib saada hädaohtlikuks katlaga töötamisel.

Materjali vananemine. Materjali vastupidavuse vähenemine aja jooksul kujuneb kõige ennem kohtadesse, kus katlaga töötamisel valitsevad plekkides kõrged temperatuurid. Materjali omaduste halvenemist aja jooksul eriliste välispõhjusteta nimetatakse sagedasti materjali vananemiseks (Die Alterung des Werkstoffes). Materjali omadused halvenevad aja jooksul mitte üksi kõrgesti pingetatud katlaosades, vaid ka madalaimate pingete all olevates silindrites või teisekujulistes ühetaolistes suuremapinnalistes katlaosades. Kus on sarnase nähte põhjused?

Selle nähte enese üle esinesid suurema ettekandega insenerid Olry ja Bonnet 1909. aastal katelde järelevalve seltside 39. rahvusvahelisel kongressil[7]). Mitmetest laiaulatuslikkudest proovidest selgus, et teatud aja jooksul katlapleki omadused muutuvad eriliste väliste põhjusteta: näiteks materjali kõvadus suureneb, venivus aga väheneb, eriti aga väheneb vastupidavus löökidele, materjal muutub rabedaks. Olry'i ja Bonnet'i tööst toome ühe näite: ühest 1888. a. ehitatud ja tegevusse pandud patareikatlast võeti 1908. a. alumisest kerelehest 33 proovitükki tõmbele proovimiseks. Nimetatud katel oli tegevuses kogu aeg päeval ja öösel ja seisis ainult tarbekorral puhastuseks ja parandusteks. Katlaplekiks oli valuteras. Tõmbeproovidel selgus, et esialgne tõmbetugevus 37,5 kg/mm² oli langenud pärast 21 aastast tööd keskmiselt 36,6 kg/mm², kuna venivus langes 31,6% pealt 24,5% peale. Samast katla lehest võetud 43 paindeproovi tükki kannatasid hästi välja painutamise 180° võrra pindade kokkupuutumiseni. Samast plekist 122 löökproovist olid üldiselt 47,5% purunenud, kusjuures ainult 1 piki kiusid lõigatud tükk purunes, teised 57 purunenud tükki oli lõigatud põiki või viltu kiudele. Tabelist 4 näeme, missugustest kohtadest on välja lõigatud neid põiki või viltu kiudele 74 tükki ja missugusel määral nad purunesid.

Tabel 4.

Pleki asukoht, kust lõigatud löökproovi tükid	Proovide arv	Proovitükid		Purunenud proovitükkide protsent
		purunenud	terved	
Kaetud otsmüüriga	11	6	5	54,5
Restide peal asuv	28	26	2	92,9
Tuleläve peal asuv	7	7	0	100,0
Esimeses suitsukäigus	28	18	10	64,3
	74	57	17	77,0

Näeme, et löökproovil oli materjali vastupidavus kõige rohkem langenud, võrreldes tõmbe- ja paindeproovidega. Löökproovi enese andmetest selgub, et kõige suuremal määral plekk on halvenenud tuleläve kohal ja restide peal, s. o. kohtadel, kus valitsevad kõrgeimad temperatuurid kütteleekidel ja -gaasidel ja plekil enesel. Veel üks huvitav nähe tuli ilmsiks: plekiproovid võetud neetõmbluse kohalt purunesid väga suurel määral.

Materjali vananemise põhjusi aja ja temperatuuride mõjul katsub selgitada H. Müller, Münchenist, ühes 1932. a. ilmunud kirjutises[8]). H. Müller'i arvates, on raua või terase vananemise protsess segu lagunemise protsess: lahustatud aine langeb välja segust aja ja temperatuuri mõjul. Valuterase juures langeb välja peamiselt lämmastik ja ka süsinik. Ainete väljalangemist soodustab materjali külm ümbertöötamine. Ainete väljalangemise tõttu muutub materjali omaduste halvenemine. Mõjuva faktorina esineb samuti temperatuur. Kui materjalis ühed ained lahustavad enesesse teisi aineid ja eriti sarnasel kujul, et temperatuuri kõrgenemisel suureneb lahustavus, siis võib järsul jahutamisel kõrgete temperatuuride juures tekkida mõne lahustatud aine üleküllastus ja see aine langeb välja. Tabelis 5. on toodud mitmesuguste ainete lahustavus raua α-kristallides mitmesugustel temperatuuridel.

Tabel 5.

Ainete lahustavus raua α-kristallides.

Lahustatud aine	Ülemise piiripunkti juures		Temperatuuri juures 20°C kontsentratsioon
	temperatuur	kontsentratsioon	
Lämmastik	580°	0,5%	0,001%
Süsinik	720°	0,045%	0,006%
Vask	810°	3,4%	0,400%
Hapnik	900°	0,2%	0,035%
Fosfor	1050°	2,5%	1,100%

Ka nõndanimetatud materjali „sinirabedus" (Blausprödigkeit), mis ilmneb materjalis temperatuuridel 200—300°, kuulub sisuliselt vananemise protsessi, kuna siin on tegemist samuti segu lagunemisega. Olry'i ja Bonnet'i laiaulatuslikud proovid tõendasid materjali kiiremat vananemist kõrgete temperatuuride piirkonnas, Müller'i hüpoteesi järele näib olevat leitud ka seletus sellele nähtele. Viimasel ajal leiutatud „vananemiseta" (alterungssichere) terased, nagu Krupp'i Izett-teras, on moodustatud sarnaselt, et väljalangevõimelisi aineid on lisatud mitmekordse tagavaraga, seega sarnaste teraste vananemise periood on muudetud palju pikemaks, kui harilikul terasel.

Eestis on aurukatlaid, millede vanadus tõuseb juba üle 40 aasta. Kas nende aurukatelde plekid on juba vananenud, kaotanud oma vastupidavuse aja jooksul? Kerge on tunnistada kõlbmatuks neid katla osi, kus tekivad vigastused pragunemiste, pleki kihinemise või mõnel teisel näol. Kui aga katlaosades ei leidu mingisuguseid silmnähtavaid vigastusi, katel aga on töötanud juba aastakümneid?

---

[7]) Hilliger. Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb. 1910.

[8]) H. Müller. Die Alterung des Stahles. Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins. 1932. Nr. 12.

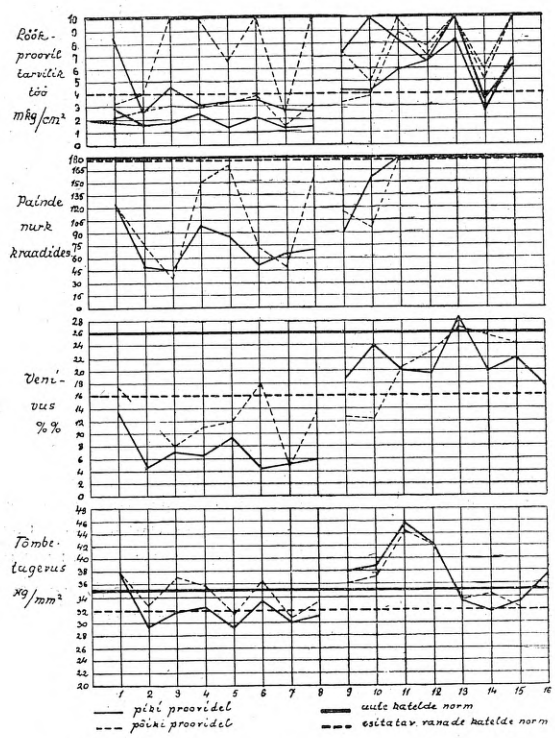
Kas siis katla materjalil on veel nõuetav tugevuse tagavara, et ei ole mingeid võimalusi pleki rebenemiseks ja suuremate õnnetuste tekkimiseks? Seda küsimust lahendatakse senini enamasti üksikult iga katla kohta. Veel ei ole mingisuguseid üldtunnustatud rahvusvahelisi norme vananenud katlaplekkide kohta. Kui materjal, võrreldes uute plekkide normidega, on tunduvalt halvenenud, siis tuleb sarnane materjal tunnistada kõlbmatuks aurukatlas töötamiseks.

Eesti Tehnilise Järelevalve Seltsi ülesandel on proovitud Eesti Riiklikus Katsekojas nende katlaosade materjale, mis ühel või teisel juhul on suuremal määral rebenenud või pragunenud. Andmed sarnaste aurukatelde ja nende materjali proovimiste kohta on koostatud tabelisse 6.

Tabelist 6 nähtub, et materjal venivusega 2—5% rebeneb, kusjuures tõmbetugevus on 24,6—31,4 kg/cm². Peale selle nähtub, et kui ühes suunas plekk on halb, siis selles suunas tekib pragunemine, vaatamata et teises suunas pleki omadused on veel rahuldavad, juhused 1. ja 2. Kui on erilisi asjaolusid, nagu pleki kuivaks jätmine veest, siis võivad pinged katlaosades tõusta nii kõrgele, et rahuldavavõitu materjal rebeneb, juhus 4.

Vanade aurukatelde plekke on proovitud vähemal arvul igal aastal, peamiselt aga prooviti plekke sarnastest kateldest, kus plekkidel olid vigastused söövete, neetõmbluste pragunemise või pleki kihinemise näol. 1931. a. otsustati võtta materjali proove aurukateldest, milledel olid 1931. a. järelevaatuste tähtajad ja missugused katlad olid töötanud vähemalt 45 aastat, vaatamata, kas plekid on vigastatud või mitte. Andmed nende proovimiste kohta on koostatud tabelisse 7 ja järjestatud ehitusaastate järele. 8 katelt tunnistati kõlbmatuks plekkide omaduste liig suure halvenemise tõttu, 2 katelt jäeti töötama 2 aastaks ja 6 katelt jäeti töötama määramata aja peale. Proovitud plekid on kõik keedurauast.

Tab. 7 proovimisandmed on graafiliselt toodud joon. 11.



1—8 kõlbmatud, 9—10 kõlblikud 2 aastale, 11—16 kõlblikud plekid.

Joon. 11.

Tabel 6. Pragunenud aurukatelde plekkide proovimise andmed.

Järjek. Nr.	Üleseade koht	Süsteem	Ehitanud tehas	Ehituse aasta	Töötanud aastaid	Surve atü	Küttepind m²	Proviplaadi väljalõike koht: Missugusest katlaosast	Missugusest lülist	Mis suunas pleki kiudele	Proov. andm. Tõmbetegevus kg/mm²	Proov. andm. Venivus %	Millal rebenes või pragunes katla osa	Mis põhjusel võetud prooviplaadid
1	Rehepeksuks	Lokomobiil	Marshall Sons & Co., Inglismaal	1883	40	4	10	Tulepesa laest	—	⊥	28,4	2,0	Rebenes katla lõhkemisel	Tulepesa lagi jäeti kuivaks ja surve oli kõrgem lubatud survest, sündis lae lahtirebenemine. Lagi ja külgsein olid ühest tükist.
	„	„	„	„	„	„	„	Külgseinast	Parempools.	∥	32,6	15,5	„	
2	Piirituse-vabrikus	Kornvall	F. Wiegand, Tallinn	1886	38	4	37,2	Väliskerest veepinna kõrguselt	4 lülist	⊥	24,6	3,2	Reben. veesurve proovil	Veesurve proovil 2,3 atü tekkis aurudoomi sisem. avause äärest pragu piki kerelehte ja põiki katla üldsuunale. Prao pikkus 520 mm.
	„	„	„	„	„	„	„	„	„	⊥	28,3	4,6	„	
	„	„	„	„	„	„	„	„	„	∥	37,6	23,9	„	
3	Piirituse-vabrikus	Lankašiire	Chr. Nisky, Saksamaal	1875	51	4	32	Väliskerest aururuumi kõrguselt külgkäigust	Keskmisest lülist	⊥	31,1	5,0	Pragunes katlaga töötamisel	Sisemisel järelevaatusel nähti pragu pikkusega 25 mm, laiusega 0,5 mm silindrilises keres.
4	Saeveskis	Lokomobiil	Marshall Sons & Co., Inglismaal	1884	40	5	12	Tulepesa külgseinast sidepoltide vahelt	Vasakpoolsest	∥	34,5	15,0	Rebenes katla lõhkemisel	Tulepesa lagi jäeti kuivaks, sündis lae ärarebenemine. Lagi ja külgseinad olid ühest tükist.

Tabel 7. Vanade aurukatelde plekkide proovimiste andmed 1931. aastast.

Järjekorra Nr.	Katla andmed: Süsteem	Ehitanud tehas	Ehituseaasta	Küttepind m²	Surve atü	Prooviplaadi väljalõike koht: Missugusest katlaosast	Missugusest lülist	Riikliku Katsekoja proovimiste andmed: Tõmbetugevus kg/mm piki	Tõmbetugevus kg/mm põiki	Venivus % piki	Venivus % põiki	Paindenurk ° piki	Paindenurk ° põiki	Löökproov mkg/cm² piki →	Löökproov mkg/cm² piki ↑	Löökproov mkg/cm² põiki →	Löökproov mkg/cm² põiki ↑	Märkmed
1	Lankašiire	Christ. Nisky	1879	47	3 1/2	I suitsukäik katlakerest alt	2. lülist	37,8	37,9	13,5	17,5	125°	125°	2,8	8,5	2,2	3,2	tunnistati kõlbmatuteks
2	Lankašiire	Christ. Nisky	1881	33	4	I suitsukäik katlakerest alt	3. lülist tag. lugedes	29,3	32,7	4,6	katk. välj. piiri	50°	75°	1,6	2,5	2,7	3,9	
3	Kornvall	teadmata	teadm.	36	4	leegitorust	2. lülist	31,8	37,0	7,0	8,1	44°	35°	1,7	4,5	3,1	ei katk.	
4	Lankašiire	Güstrov	1882	57	4	leegitorust	viim. lülist	32,4	25,7	6,4	11,1	97°	150°	2,39	3,1	2,9	ei katk.	
5	Lankašiire	Laksberg	1884	25	3 1/3	I suitsukäik katlakerest alt	1. lülist	29,2	31,4	9,5	11,9	85°	170°	1,3	3,4	3,3	6,5	
6	Kombineer.	Lausmann	1886	138	4	I suitsukäik alumise katla silindr. kerest alt	1. lülist	33,3	36,3	4,5	18,0	53°	72°	2,1	3,6	3,8	ei katk.	
7	Kombineer.	Lausmann	1886	57	4		1. lülist	30,0	30,8	5,2	4,7	64°	48°	1,3	2,7	1,4	2,5	
8	Kombineer.	Lausmann	1886	59	4		2. lülist	30,9	33,3	6,0	13,4	68°	> 156°	1,4	2,6	3,2	ei katk.	
9	Paukš	Saksamaal Landsberg	1880	63	4	I suitsukäik katlakerest alt	1. lülist	38,0	36,1	18,8	12,7	90°	115°	4,3	7,2	3,3	7,4	tunnistati kõlblik 2 aastaks
10	Paukš	Paukš	1882	97	3 1/2		2. lülist	38,7	37,1	24,1	12,3	> 156°	95°	4,2	ei katk.	3,8	5,0	
11	Lankašiire	Gieck, Inglism.	1880	83	4 2/3	II suitkukäik katlakerest veepinna kõrg.	viim. lülist	45,8	44,4	20,1	20,7	180°	180°	5,9	8,3	8,9	ei katk.	tunnistati kõlblikkudeks
12	Paukš	teadmata	teadm.	115	4	I suitsukäik katlakerest alt	viim. lülist	42,2	42,1	19,4	22,9	180°	180°	6,5	6,5	7,7	7,0	
13	Kornvall	Lausmann	1883	38	4	leegitorust	1. lülist	33,2	33,5	28,5	26,9	180°	180°	8,3	ei katk.	ei katk.	ei katk.	
14	Paukš	teadmata	teadm.	55	5	I suitsukäik katlakerest alt	3. lülist	31,7	33,4	20,0	25,5	180°	180°	2,6	3,5	5,2	5,9	
15	Kombineer.	Lausmann	1888	72	4	I suitsukäik alum. katlakerest alt	1. lülist	33,0	32,2	22,0	24,4	180°	180°	6,7	6,2	ei katk.	ei katk.	
16	Kornvall	Drümpelm.	1890	31	4	leegitorust	1. lülist	37,4	—	17,8	—	180°	180°	—	—	—	—	

Tabel 8. Vanade aurukatelde plekkide proovimiste andmed 1932. aastast.

Järjek. nr.	Katla andmed					Prooviplaadi väljalõike koht		Riikl. Kaitsek. proovim. andmed						Märkmeid
	Süsteem	Ehitanud tehas	Ehituse aasta	Kütte pind m²	Survе atü	Missugusest katlaosast	Missugusest lülist	Tõmbetug. kg/mm² piki	Tõmbetug. kg/mm² põiki	Venivus % piki	Venivus % põiki	Painde-nurk ° piki	Painde-nurk ° põiki	
1	Kornvall	Wiegand	1888	40	4	Leegitorust	1. lülist	28,7	30,2	7,8	8,4	46	83	tunnistatud kõlbmatuteks
2	Kornvall	Lausmann	1885	27	4		1. lülist	35,6	38,2	8,5	18,7	38	180	
3	Kornvall	Wiegand	1889	42	4		1. lülist	32,5	33,7	katk. välj. piire	11,7	68	180	
4	Kornvall	Wiegand	1873	26	4		2. lülist	34,7	34,3	„	7,5	51	62	
5	Kornvall	Sinovjeff	1889	41	4		3. lülist	28,3	29,4	,2	5,6	80	71	
6	Kornvall	Wiegand	1883	42	3 2/3		2 viim. Gallow. t. vahelt	30,1	31,2	5,8	8,3	46	75	
7	Kornvall	Wiegand	1884	30	3 1/3	II suitsukäik, silindr. kerest küljelt	viim. lülist	29,5	33,3	4,8	14,9	36	72	
8	Paukš	Venemaal	—	59	4	I suitsukäik, katla-kerest alt	1. lülist	33,5	30,9	16,4	7,9	33	17	
9	Paukš	Venemaal	—	59	4	III suitsukäik katlakerest allapoole veepinna	1. lülist	35,2	35,1	13,9	katk. välj. piire	76	136	
10	Paukš	teadmata	—	65	4	I suitsukäik, katlakerest alt	viim. lülist	22,9	33,4	4,8	11,5	46	180	
11	Kombineer.	Lausmann	1884	48	4	I suitsukäik, alumise katla silindrilis. kerest alt	2. lülist	29,8	32,2	3,9	7,8	31	51	
12	Kombineer.	Lausmann	1886	53	4		2. lülist	31,4	33,1	katk. välj. piire	14,7	52	49	
13	Kombineer.	teadmata	—	63	4		2. lülist	29,5	33,0	6,7	16,8	49	154	
14	Kombineer.	Lausmann	1887	52	4		2. lülist	30,0	33,0	6,6	28.1	65	180	
15	Kombineer.	Lausmann	1884	63	4		2. lülist	23,8	28,8	2,6	15,4	69	180	
16	Kombineer.	Saksamaal Güstrov	1875	58	3 1/2	I suitsukäik, alumise katla sil. kerest küljelt	viim. lülist	31,4	32,3	12,1	17,1	62	56	
17	Kombineer.	teadmata Saksamaal	1882	55	4	I suitsukäik, alum. katla silin. ker. alt	viim. lülist	32,4	31,8	katk välj. piire	katk. välj. piire	53	36	
18	Kombineer.	Lausmann	1890	69	4		viim. lülist	27,5	33,3	5,3	13,2	45	66	
19	Kombineer.	Lausmann	1890	69	4	I suitsuk. ülemise katla ker. ühend. toru juur.	1. lülist	29,3	29,3	13,4	18,8	76	86	
20	Kombineer.	Lausmann	1887	98	4	Leegitorust	1. lülist	31,8	32,8	11,0	12,5	136	135	
21	Kombineer.	Lausmann	1886	80	4		2. lülist	31,9	32,5	9,4	13,9	56	134	
22	Laevakatel	Sinovjeff	1888	55	6	Mitte suitsukäig., katlakerest aururuumis	1. lülist	25,8	32,8	katk. välj. piire	15,3	52	154	
23	Kornvall	Lausmann	1888	37	4	Leegitorust	eelviim.	33,1	36,1	8,9	21,3	122	180	tunn. kõlbl. lühem. ajale
24	Kombineer.	Lausmann	1884	63	4	III suitsukäig. ülem. katlaker. ühend. toru juur.	1. lülist	32,8	31,4	9,9	16,8	180	170	
25	Kornvall	Lausmann	1891	37	4	Leegitorust	viim. lülist	36,1	36,7	10,8	17,3	180	180	
26	Paukš	Venemaal	—	58	4	Katlakerest tuleruumi kohalt alt	2. lülist	34,3	35,0	12,4	24,0	180	180	
27	Kornvall	Wiegand	1889	34	4	Leegitorust	2 viim. Gallow. t. vahelt	34,4	32,7	19,3	16,8	97	180	
28	Paukš	Landsberg Saksamaal	1883	71	6	I suitsukäik, katlakerest alt	viim. lülist	38,4	34,4	20,5	12,7	180	180	
29	Kornvall	Lausmann	1888	37	4	Leegitorust	1. lülist	33,3	36,0	19,2	24,4	180	180	tunnistatud kõlblikkudeks
30	Kornvall	Lausmann	1883	40	4		1. lülist	38,7	38,4	24.5	18,6	180	180	
31	Kornvall	—	—	38	4		1. lülist	34,1	32,3	27,0	16,2	180	180	
32	Kornvall	Lausmann	1888	37	4		1. lülist	32,2	33,0	27,6	24,3	180	180	
33	Kornvall	Wiegand	1890	34	4		1. lülist	33,1	33,5	28,1	22,9	180	180	
34	Kornvall	teadmata	—	41	4		eelviim.	37,9	39,4	16,8	22,4	180	180	
35	Kornvall	Wiegand	1891	41	4	I suitsukäig. katlakerest alt	3. lülist	38,8	38,5	23,5	23,7	180	180	
36	Kornvall	Lausmann	1891	32	4	II suitsukäig. katlakerest küljelt	viim. lülist	34,6	34,9	24,7	28,7	180	180	
37	Kornvall	Sinovjeff	—	15	3		2. lülist	37,8	38,5	21,9	21,2	180	180	
38	Paukš	Drümpelm.	1881	45	4	I suitsukäig. katlakerest alt	viim. lülist	33,2	33,7	30,2	19,4	180	180	
39	Kombineer.	Lausmann	1886	68	5	I suitsukäik, alumise katla silindr. kerest alt	1. lülist	34,8	37,6	18,6	20,3	180	180	
40	Kombineer.	Lausmann	1890	58	4		2. lülist	36,4	36,5	24,7	18,8	180	180	
41	Kombineer.	Lausmann	1887	47	4		2. lülist	37,7	36,2	21,1	19,7	180	180	
42	Tischbein	Lausmann	1890	91	4	Leegitorust	viim. lülist	33,5	34,4	26,9	24,8	180	180	

Tabelil 7 p. 7. all toodud proov on võetud plekist neetõmbluse lähedusest, kusjuures selles neetõmbluses olid praod neediaukude juurest pleki kandini ja üks pragu läks neediaugust edasi plekki mööda, ehk küll mõne millimeetri ulatusel. Näeme, et sellel plekil on väikseim vastupidavus löögile igas suunas, samuti väikseim venivuse protsent mõlemas suunas, kuna tõmbetugevused on ka ühed väiksemad. Järelikult võime kindlasti konstateerida, arvestades ka proovide andmetega tabelist 6, et tõmbetugevusel alla 31 kg/cm², venivusel alla 6%, paindenurgal alla 65° ja löökproovile vastupidavusel alla 3,0 mkg/cm² võib praguneda keeduraud neetõmblustes.

Tabelist 7 ja joon. 11 nähtub, et ehitusaastast möödunud ajal ei ole mõõduandvat tähtsust — vanemal katlal võib olla veel hea plekk, p. 11, ja nooremal katlal võib plekk osutuda halvaks, p. 6. See nähe on arusaadav, sest teadmata on ju lähemad andmed töötamise aja, katla koormatuse, katlas valitsevate temperatuuride, katla osades tekkivate pingete suuruste jne. kohta.

Näeme, et katlaid ehitanud tehaste suhtes ei ole mingit korrapärasust. Lausmann'i tehases ehitatud kateldes on materjal osutunud heaks ja halvaks.

Prooviplaadid on üldiselt võetud katlaosadest asukoha järele järgmisel põhimõttel: võimalikult kõrgeimate temperatuuridega kohtadest, kuid mitte otsese tule käest, sest pleki kõlblikkuse korral lapi asetamisel võib tekkida lapi õmblustes vee läbilase, kui lapp asetatakse otsese tule kätte.

Normid

	uutele kateldele	*vanadele kateldele*
tõmbetugevus kg/mm²	35	32
venivus %	25—27	16
paindenurk, kraadi	180	180
löökproovil töö mkg/cm²	10	4

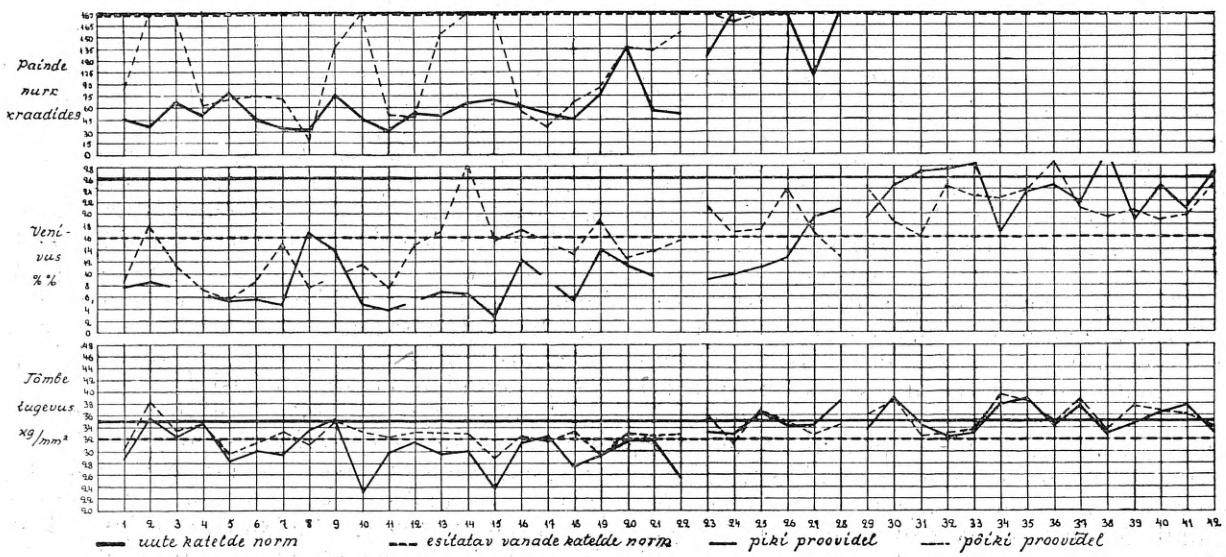
Joon. 11 nähtub, et pleki mitmesuguste omaduste halvenemine ei ole ühtlane. Mõned omadused on halvemad uute plekkide normidest, teised aga rahuldavad norme. Diagrammile on tähendatud uute plekkide omaduste normid ja seniste katsete järele autorilt Majanduseministeeriumile esitatud vanade plekkide omaduste normid. Viimased on maksimaalsed määrad, milledest võib ehk veidi allapoole minna, kui kogutakse rohkem andmeid plekkide vananemise kiiruse kohta.

Joon. 11 nähtub, et tõmbetugevus kõlbmatutel plekkidel on tunduvalt vähem headest plekkidest; veel suurem vahe on aga venivusel. Paindenurkade juures on karakteriline, et headel plekkidel on kõigil 180°, teiste plekkide paindenurgad on võrdlemisi suurte erinevustega. Vastupidavus löögile on halbadel plekkidel 3 suunas enam-vähem ühetaoline 1—4 mkg/cm², kuna ühes suunas on eriliselt kõrge; headel plekkidel on vastupidavus löögile muutuv.

1932. aastal võeti proovid kõikidest kateldest, mille ehituseaastast oli möödunud 40 aastat. Suurem osa proove on teostatud ja nende proovimiste andmed on koondatud tabelisse 8 ja järjestatud prooviplaadi väljalõike koha järele. 22 plekki tunnistati kõlbmatuks. Nendest plekkidest nr.nr. 8 ja 9 on lõigatud ühe katla samast lülist, ainult nr. 8 lõigati lüli alumisest osast tulepesa pealt väljapaisunud koha kõrvalt, kuna proov 9 võeti III suitsukäigust samast lülist veepinnast veidi alla poole. Plekk osutus kõlbmatuks mõlemal korral. Sama katlast lõigati kolmas proovitükk, nr. 26, teisest lülist ja see osutus kõlblikuks lühiajale. Üldiselt tunnistati 6 plekki kõlblikuks veel mõnedele aastatele. 14 plekki osutusid aga veel täiesti rahuldavateks ja need katlad lubati tööle määramata ajale.

Huvitav nähe on, et plekid osutusid kas väga halbadeks või võrdlemisi rahuldavateks, kuna vahepealseid on vähe. Võiks tõsta üles küsimuse, kas katlaplekk ei halvene järsku, lühiaja jooksul. Vastust praegu ei või anda. Tuleb lähemal ajal uuesti proovida neid plekke, kus katlad lubati tööle lühemaks ajaks.

Kahest kombineeritud katlast võeti proovid alumise katla silindrilisest kerest alt, proovid 15 ja 18, ja need osutusid halbadeks; pärast võeti nende ülemiste katelde keredest ühendustorude kohalt proovid 21 ja 24, ja nendest üks, 21, osutus halvaks ja teine, 24, veel kõlblikuks lühemaks ajaks.



1—22 kõlbmatud, 23—28 kõlblikud lühiajale,
29—42 kõlblikud plekid.
Joon. 12.

Joon. 12 on graafiliselt kujutatud tabeli 8 andmed. Löökproove 1932. a. ei võetud proovide kulukuse tõttu. Diagrammist nähtub, et proovid võetud põiki katla suunale, s. o. paralleelselt pleki valtsimise suunale, osutusid kõrgemväärtuslikkudeks, kui proovid piki katla suuda. See nähe ühtub Olry'i ja Bonnet'i proovidel saadud andmetega.

Proovid teostati Riiklikus Katsekojas järgmistel tingimustel. Venivus määrati pikkusel $11{,}3\sqrt{\omega}$, kus ω = proovikeha põiklõige mm². Paine teostati alguses dorni ümber, 26 mm läbimõõduga, kuni paindenurgani umbes 60° ja edasi painutati proovikeha pindade kokkupuutumiseni. Löökproovid teostati pendellöögivärgil 10 mkg, löögi avaus 70 mm, proovikeha mõõdud 100×10×10 mm³, töölõike pind 8×10 mm², täke 2 mm sügavusega, täkke üldavaus 45°.

Tabelist 8 nähtub, et 22 proovitud plekki tunnistati kõlbmatuteks pleki omaduste halvenemise tõttu. Miks sarnaste omadustega plekke ei või enam lasta töötada aurukateldes? Põhjuseks on järgmised kaaluvad asjaolud:

a) Plekkide omadused on halvenenud sarnastesse piiridesse, missuguste juures plekid teistel kateldel on rebenenud või pragunenud, vaata andmeid tabelil 6 ja tabelil 7, p. 7. all.

b) Aurukatelde plekkidel peab olema teatud tagavara koeffitsient tugevuse suhtes, 4—4,5 kordne, et oleks kindlustatud hädaohutu töötamine, peamiselt aga, et pinged katlaosades ei tõuseks iialgi üle elastsuse piiri. Proovidel on aga tõmbetugevus plekkidel langenud, samuti on halvenenud teised omadused, järelikult tugevuse tagavara koeffitsient on suuresti vähenenud. Ei ole kindlustust hädaohutuks töötamiseks.

d) Plekkide omadused on proovitud silindristes kereosades. Eelpooltoodud andmetest aga nähtub, et pleki materjali vastupidavus neetõmblustes on tunduvalt vähem, kui väljaspool neetõmblusi; vaata Saksa andmeid 1932. aastast. Järelikult on võimalikud materjali pragunemised neetõmblustes.

e) Kõigil nendel kateldel on katlaosades järskkäänakulisi üleminekuid, näiteks, leegitorudes ja otsseintel. Sarnastes järskkäänakutes võivad tekkida kõrged pinged, mis viivad kiiresti materjali rebenemisele vahelduspingete tõttu, eriti kui materjali omadused on vananemisest halvenenud. Järskkäänakute jälgimine pragunemise suhtes on leegi- või tuletoruliste katelde juures mõnedes kohtades võimatu, kuna inimene juurde ei pääse — seepärast katlakivi kõrvaldamine raskendatud ja juurspragude jälgimine käänakutes võimatu. Selles mõttes on ka tööle lubatud katelde juures olemas teatud protsent riski järskkäänakute seisukorra tundmatuse tõttu.

f) Plekid vananemisel eriti muutuvad rabedaks. Rabedus on halvaks omaduseks, kui materjali koormatakse löökidega. Kateldes meil ei ole ju otseselt tegemist löökkoormatustega, meil on staatiline koormatus. Kuid siiski rabe katlamaterjal on hädaohtlik, kuna igasugused väikesed praod rabedas materjalis võivad kujuneda suuremaks ka vähemate jõudude mõjutusel plekis. Eriti võib rabedas materjalis väikeulatuslik pragu tekitada materjali murdumist suuremal ulatusel ja järelduseks on katla lõhkemine.

Näeme, et tunduvalt halvenenud omadustega plekke lubades töötada aurukateldes, läheksime vastu suurematele õnnetustele, mida teha on muidugi mõtetu.

Kokkuvõte. Võime öelda: aurukatelde materjal peab võrdlemisi vähe vastu pingetatud ja vahelduspingetega koormatud katlaosades, nagu, otsseinte ja leegitorude järsu üleminekuga käänakutes jne.; neetõmblustes materjal peab vähem vastu, kui väljaspool neetõmblusi; üldiselt praegu tarvitusel olevad katlamaterjalides, keedu- ja valurauas, halvenevad omadused aja jooksul ja langevad sarnaste määradeni, et sarnaste materjalide tarvitamisest aurukateldes tuleb loobuda.

Metallide keetmise proovimisi Eestis.

Dipl. ins. J. Veerus.

Metallide keetmise all, tuntud Eestis ka „šveisimse" nime all, mõistetakse metallide ühendamist surutis- või sulatismeetodite abil, võrdlemisi sagedasti ka metalli juurdelisamisega. Metallide keetmine on üldiselt tuntud juba aastakümneid, kuid alles viimasel ajal on keetmist hakatud uurima süstemaatiliselt, võetud lähemale vaatlusele keetmiseprotsessi nähteid füüsilis-keemilistest seisukohtadest. Seni vaadati keetmisele, kui individuaalsele käsioskusele, mida üksik isik võib ära õppida, arendades isiklikku oskust hoida õiget leeki. Tegelikult ei ole see nii. Keete headus oleneb peamiselt keetmisematerjalist, -riistadest ja -tingimustest, kuna keetja isiklik käsioskus ehk küll omab veel tähtsust, siiski on suuresti piiratud eelpool nimetatud asjaoludega. Viimasel ajal tehakse paljudel maadel katseid ja proove, et leida metallide keetmiseks soodsaid materjale, soodsaid abinõusid ja töötada välja soodsaid tingimusi keeteprotsessi teostamiseks. Suureks takistuseks oli ja on praegu veel keetmise arengul keete headuse ja vastupidavuse proovimise meetodite puudus. Homogeensete materjalide proovimine on juba arenenud võrdlemisi kaugele. Keetetükkide proovimistel on meil tegemist mitmesuguse materjaliga ühes tükis ja seepärast ei saa lihtsalt üle kanda homogeensete materjalide proovimise meetodeid. Uute meetodite väljatöötamine on praegu käsil.

Meil Eestis metallide keetmine arenes senini peamiselt individuaalsel põhimõttel. Üksik isik, õppides käsitama üht või teist keetmiseviisi, püüdis siis arendada oma oskust, peamiselt keeteleegi hoidmises. Kui tal siis õnnestus keeta metallesemeid sarnaselt, et nad tegelikus elus lühikest aega pidasid vastu enamvähem rahuldavalt, siis sarnane keetja luges

ennast juba „spetsialistiks — keetjaks", kes tunneb keetmise kõiki saladusi ja kes oskab paremini keeta kui teised. Sarnane olukord oli meil Eestis veel hiljuti. Peame konstateerima, et praegu hakkab olukord juba muutuma, kuna on korraldatud keetmise üle loenguid, kursuseid, eriti tuleb mainida firma A/S. „Eesti Aga" poolt esimesena korraldatud eeskujulikke kursuseid tegelikkudele keetjaile ja samuti inseneridele. Peale selle majandusministeeriumi määrusega lubatakse aurukatelde juures keetmist teostada ainult katseid sooritanud keetjail.

Eesti Tehniline Järelevalve Selts korraldas 1930. aastal majanduseministeeriumi ja üksikute ettevõtete ainelisel toetusel ning kandes ise samuti rahalisi kulusid rida proovimisi keedetud rauatükkidega. Käesolevaga olgu tänatud asutised ja isikud, kes avitasid kaasa nende proovimiste teostamisel! Aineliste võimaluste vähesuse tõttu tuli piirduda võrdlemisi väikese arvu proovimistega. Proovide vähesuse tõttu ei saa teha täpseid konsekventseid järeldusi mitmesuguste keetmiseviiside kohta, vaid tuleb piirduda ainult üksikute järeldustega, mida toome allpool. Teisest küljest loen nende proovide tulemuseks seda nähet, et nüüd on selgunud: meie Eestis peame suuremal arvul ja mitmekülgsemalt proovima keeteid, siis võime jõuda keetmises sarnasele tasapinnale, mis lubab keetmisi tarvitada ka vastutusrikkamatel kohtadel. Praegu on üldiselt meie keetjate ja abinõude tasapind siiski madal ja tuleb äärmise ettevaatusega toimida igakordse keetmise korral. Pean veel kord juhtima tähelepanu, et need proovimised teostati 1930. aastal ja praegu on meie ettevõtetes jõutud juba samm edasi keetmise alal. Sel põhjusel need proovimised arvuliselt ei karakteriseeri just meie keetmise keskmist tasapinda, viimane peaks olema juba kõrgem. Seda aga tõendasid meile katsed, nagu allpool näeme, et meil keedetesse jääb veel suurel arvul puuduseid ja meie tehastel ja üksikutel ettevõtjatel tuleb tublisti pingutada, et üle saada nendest puudustest.

Keetmise proovid teostati kõik tükkidel, mis lõigatud välja ühest suurest katlapleki plaadist. Plekiks oli valuteras, mille omadused vastavad Saksamaa ametlikkudele aurukatelde normidele. Üldiselt teostati proovid kahte liiki kehadega: ainult pealekeedetavast materjalist koosnevate kehadega ja põiki kokkukeedetud õmblustega kehadega.

Ainult pealekeedetavast materjalist koosnevat 6 keha valmistati järgmiselt keetmiseks vasardamata:

a) ümmargusest 25 mm läbim. tükist, üldpikkusega 210 mm, freesiti välja 14 mm sügavusega keskmine osa, pikkusega 120 mm;
b) väljafreesitud osa keedeti täis keetmisel juurdelisatatavat materjali;
d) freesiti uuesti teiselt poolt välja 14 mm sügavuselt algmaterjali ja osalt keedetud materjali, pikkusel 120 mm;
e) keedeti täis juurdelisatatavat materjali väljafreesitud osa;
f) valmistati ümmargune proovikeha, läbimõõduga 10 mm, pikkusega 120 mm, keha üldpikkusel 190 mm.

Keetmiseks vasardamisega valmistati 2 proovikeha lamedakujulistena, üldpikkusega 370 mm, keete koha pikkusega 220 mm, algpaksusega 18 mm, keete koha sügavusega 13 mm. Pärast täiskeetmist freesiti maha keete pinnalt 1 mm ja altpoolt algmaterjali 5 mm ja keete materjali 2 mm, seega jäi järele ainult keedetud materjali 10 mm paksusega.

Põiki kokkukeedetud õmblustega proovikehi oli 24. Keetmiseks oli 24 paari proovitükke pikkusega 400 mm ja laiusega 150 mm, missuguseid tuli keeta igal allpool nimetatud viisil:

a) horisontaalselt pikkusel 400 mm,
b) vertikaalselt üks osa pikkusel 200 mm, ülepea teine osa „ 200 mm.

Keete avaus oli atset.-hapnikulisel keetmisel 80° ja elektrilisel 60°, alumine osa oli vertikaalsete seintega 2 mm ulatusel.

Keetmised teostati mõlemat liiki kehadega järgmistel viisidel ning on tähendatud järgmiste järjekorra numbrite all tabelitel 1 ja 2.

Järje nr.			
	Keedetud atsetüleen-hapnikuliselt.		
1	lahustatud atsetüleeniga (pudelitest	traat	vasardamata
2	võetav atsetüleengaas)	II sort	vasardatud
3	— „ —	traat	vasardamata
4	— „ —	I sort	vasardatud
5	generaatoratsetül.	traat	vasardamata
6	gaasiga	II sort	vasardatud
7	— „ —	traat	vasardamata
8	— „ —	I sort	vasardatud
	Keedetud elektriliselt alalisevooluga.		
9a		harilik Saksa	vasardamata
9, 9b	elektroodid	„Lankašiire"	vasardamata
10	katmata	„	vasardatud
11	elektroodid	„Premier"	vasardamata
12	kastetud	„	vasardatud

Elektrilist vahelduva vooluga keetmist ei võetud ette aineliste võimaluste puudusel.

Atsetüleen-hapnikulisel keetmisel lahustatud atsetüleengaasiga oli gaas firmalt „Eesti Aga", keetmisel atsetüleeni surve oli 0,2—0,25 atü, hapniku surve oli 1,5—1,75 atü. Kõik proovid keetis üks keetja ühes ettevõttes.

Atsetüleen-generaatorgaasiga keetmisi teostati 2 tehases 2 keetja poolt: ühes tehases keedeti I sort traadiga, hapniku surve oli keskmiselt 8 atü, teises tehases keedeti II sort traadiga, hapniku surve oli keskmiselt 6 atü. Atsetüleen-generaatorigaasi surve oli mõlemil korral keskmiselt 300 mm V. S.

Keetetraadid olid firmalt „Eesti Aga" I sort: kiuline, üldläbimõõt 5 mm, koosnes 7 kiust, läbimõõduga à 1,3 mm; II sort: ühest tükist, läbim. 4 mm. Traatide keemilist koostist, kahjuks, ei määratud.

Vasardamisel oli vasara raskus
lahustatud atsetüleeniga keetmisel — cà 250 gr
generaator gaasiga „ — cà 500 gr

Keetmise aeg minutites

		lahustatud gaasiga	generaatorgaasiga vas.-mata	vas.-tud
horisontaal.	400 mm	160—180	120	170
vertikaal.	200 „	160—180	80—100	
ülepea	200 „	160—180	150—180	

Elekrilisel keetmisel alalise vooluga katmata elektrootidega oli vooluallikaks umformer, kodumaa tehases ehitatud nominaalsele voolu tugevusele 200 A. Keetmisel hoiti voolu pinget 20—25 V ja tugevust 200—250 A.

Kastetud elektrootidega keetmisel võeti voolu võrgust läbi reostaadi. Voolu pinget hoiti umb. 40 volti, tugevust ei mõõdetud. Leekkaare pikkust hoiti 4—6 mm.

Elektrootideks olid katmatult Saksa lihtne keetetraat läbim. 4,0 mm, proovil 9a, ja nime all „Lankašiire" müügil olev katmatu keetetraat, läbim. 5,3 mm, proovidel 9 ja 9b. Kastetud elektroodid olid nime all „Premier", läbim. 4,6—4,8 mm.

Vasardamisel oli vasara raskus
katmata elektrootide korral cà 600 gr; sagedane vasardamine.
kastetud „ „ cà 750 gr; harv. tugev. löökidega.

Keetmise aeg minutites:

	Elektroodid	Katmata	Kastetud
horis.	400 mm	25—45	50— 60
vert.	200 mm	30—90	60— 75
ülepea	200 mm	—	90—130

Valmis keedetud õmblustega plaadid pildistati mõlemilt poolelt ja osa karakteristlikumaid vaateid on toodud joonistel 1—8.

Atsetüleen-hapnikulisel keetmisel:

Joon. 1. gener.gaas., vas-mata, I s. tr. } vaade
Joon. 2. lahust. gaas., vas-tud, I s. tr. } eestpoolt
Joon. 3. „ „ vas-mata, I s. tr. } vaade ta-
Joon. 4. „ „ vas-tud, I s. tr. } gantpoolt

Elektrilisel keetmisel:

Joon. 5. kastetud elektr., vas-mata } vaade
Joon. 6. „ „ vas-tud } eestpoolt
Joon. 7. „ „ „ } vaade ta-
Joon. 8. „ „ vas-mata } tagantpoolt

Joon. 1—3, 5—6 on plekid keedetud horisontaalselt.

Joonistel 4, 7 ja 8 on vasakud pooled keedetud ülepea ja paremad vertikaalselt.

Joonistel 1 ja 2 on keedetud õmbluste väljanägemised head. Joon. 3 on väljanägemine üldiselt rahuldav, ainult läbitulnud materjali tilgad on liig suured — liigne keetematerjali kulu. Tingimata aga peavad keedetud õmblusel olema tagantpoolt väikesed tilgad, mis näitavad, et õmblused on läbi keedetud. Joon. 4 on vasakul poolel materjal läbikeetmata, altpoolt on lahtised kohad õmbluses. Paremal poolel on läbikeedetud õige napilt.

Joon. 5 on õmblusel üldiselt rahuldav väljanägemine, kuid keetematerjali on liigselt peale kuhjatud. Joon. 6 on õmblusel hea väljanägemine. Joon. 7 on materjal hästi läbikeedetud. Joon. 8 on vasakul poolel materjal täiesti läbikeetmata, altpoolt on õmblus täiesti lahti. Paremal poolel on keetmine küll läbi läinud, kuid siiski õmbluses on õnarusi, mis muidugi lubamatu.

Kõikidest ülesvõtetest, missuguseid ruumi puudusel võimata avaldada, tuleb teha järgmisi järeldusi:

1. Pealtpoolt võib keetekoht näha hea välja, altpoolt on aga materjal läbikeetmata, õmbluses eneses praod, õnarused, kokkukeetmata kohad. Vastutusrikaste kohtade keetmisel tuleb tingimata kontrollida altpoolt keeteõmblust, vastasel korral on teadmata, kas on keete enamvähem korralik või mitte.

2. Juurdelisatatava materjaliga ei osata ümber käia õieti — sagedasti jääb sellest puudu keete alumises osas, peale jälle kuhjatakse liigselt.

3. Meie keetjad on õppinud keetma keetekohtade pärastpoolse kontrollita kui keetja, samuti teiste isikute poolt — seepärast ei osata pealt poolt hinnata korraliku keete valminemist.

Ainult keedetavast materjalist koosnevad kehad prooviti Tallinna Riiklikus Katsekojas tõmbele, kusjuures saadud tõmbetugevused ja venivused on toodud tabelil 1.

Tabel 1.

Keedetud proovikehade tõmbeproovide andmed.

Järjekorra nr.	Ainult keedetavast materjalist koosneva keha		Põiki õmblusega keedetud keha	
	tõmbetugev. kg/mm²	venivus %	tõmbetugev. kg/mm²	venivus %
1	34,8	21,9	34,1	10,7
2	—	—	(36,6)	(24,3)
3	40,9	16,0	33,0	10,3
4	—	—	31,7	6,4
5	36,4	—	33,3	8,9
6	—	—	29,0	6,8
7	35,3	20,7	33,4	10,9
8	37,4	18,8	34,7	15,3
9a	—	—	29,0	3,5
9b	25,0	3,6	23,2	0,1
11	29,7	3,5	26,0	2,8
12	36,4	3,4	34,1	8,4

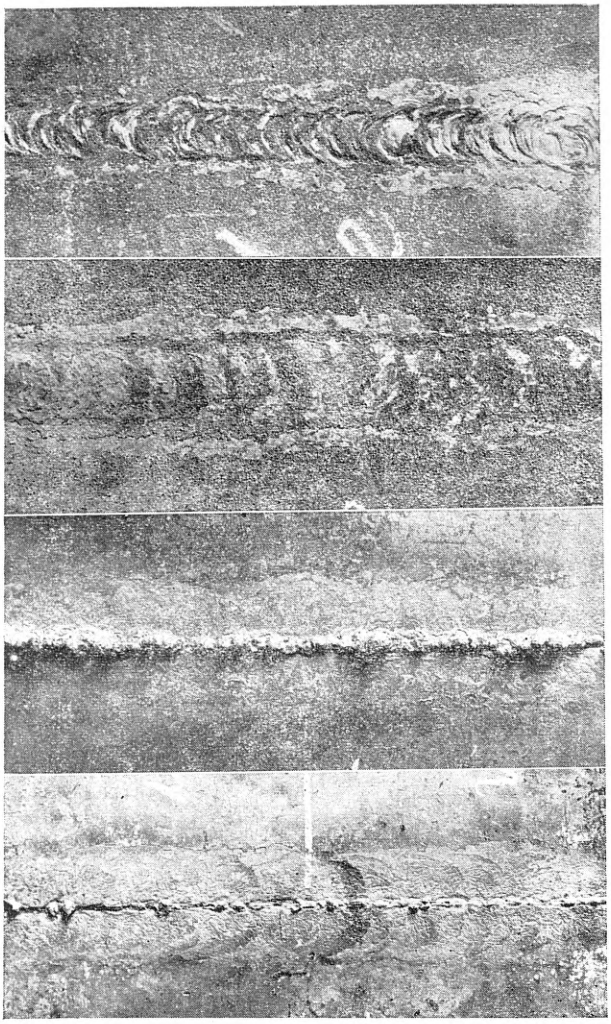
Proovidest selgub, et ainult keedetavast materjalist koosnevad kehad võivad ja peavad omama tõmbetugevust vähemalt 35 kg/mm². Elektrilisel keetmisel oli 2 korda tõmbetugevused äärmiselt väikesed. Venivuse protsendid olid atsetüleeniga keetmisel enam-vähem vastuvõetavad, kuna elektrilisel keetmisel oli venivus täiesti väike.

Põiki õmblustega kehadega teostati proovid tõmbele ja paindele ja tehti makro- ja mikrostruktuurseid ülesvõtteid Tallinna Riiklikus Katsekojas. Tõmbeproovide andmed on toodud tabelil 1.

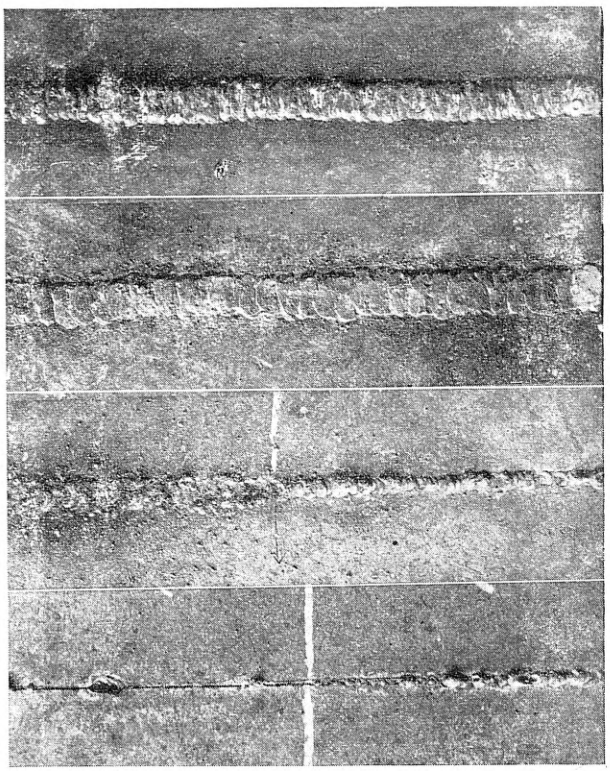
Tõmbeproovidel kõik kehad rebenesid keete kohalt, välja arvatud proov 2, mille andmed toodud sulgudes, kuna keetmine sündis võrreldes teiste keetmistega eriti soodsates tingimustes, seega võrdlusalused mitte ühtlased. Nimelt, proovi tükid olid asetatud lauale igasuguse vaheta ja seepärast läbitilkumise võimalused välditud.

Prooviandmetest nähtub, et tõmbetugevused atsetüleeniga keetmisel on enam-vähem rahuldavad, elektrilisel aga liig väikesed. Sama nähe kordub venivuse andmete juures. Elektriliste keedete venivus on niivõrt madal, et sarnased keeted on täiesti lubamatud vastutusrikaste esemete, nagu aurukatelde, juures. Proovidest nähtub, et nõnda väikese arvu proovikehade juures ei avaldu veel mingisugused järeldused ühe või teise keetmiseviisi headuse või halbtuse suhtes. Parimad järeldused saadi keetmisel lahustatud atsetüleeniga, I sorti traadiga, vasardatult.

Paindeproovide andmed on toodud tabelil 2.



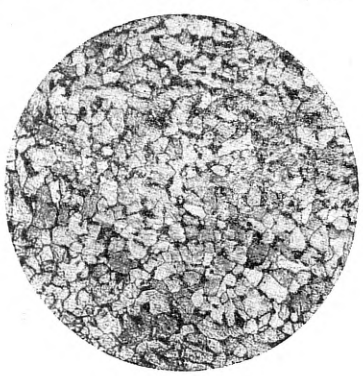
Joon. 1—4. Atsetüleen-hapnikuliselt keedetud.
Keeteõmbluste esi- ja tagaküljed.



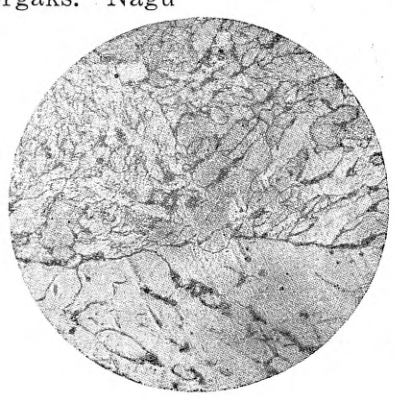
Joon. 5—8. Elektriliselt keedetud.
Keeteõmbluste esi- ja tagaküljed.

Prooviandmetest selgub, et atsetüleeniga keetmisel võib igal viisil keetes saada proovikeha paindumist 180° võrra keedetud koha murdumiseta. Elektriga keetmisel nendel proovidel ei saadud murdenurka üle 61° ja lõhed pinnal silmaga nähtavad olid hilisemalt 39° juures. Näeme, et nendel proovidel elektriline keetmine kujunes üldiselt väga nõrgaks. Nagu eelpool juba tähendatud on meil Eestis elektrilise keetmisega pärast kirjeldatud proove jõutud juba paremuse poole ja loodame, et need tehased, kus elektriline keetmine on soodsalt arenenud, annavad avalikkusele andmeid uuematest proovimistest elektriliste keedete vastupidavuse kohta. Tabelil toodud andmed paariviisi käivad kahe kõrvuti võetud proovikeha

100:1
Joon. 22.
Ülekuumutatud materjal.



Joon. 9.
100:1
algmaterjal

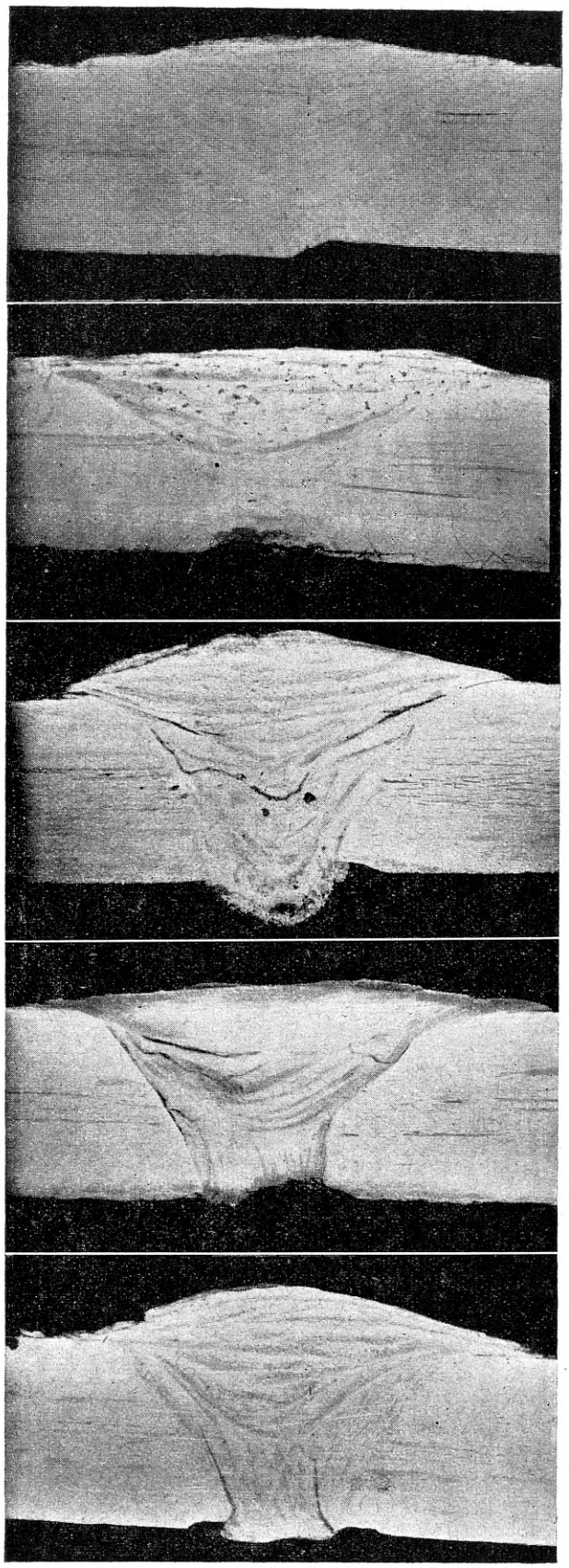


Joon. 10.
100:1
üleminek

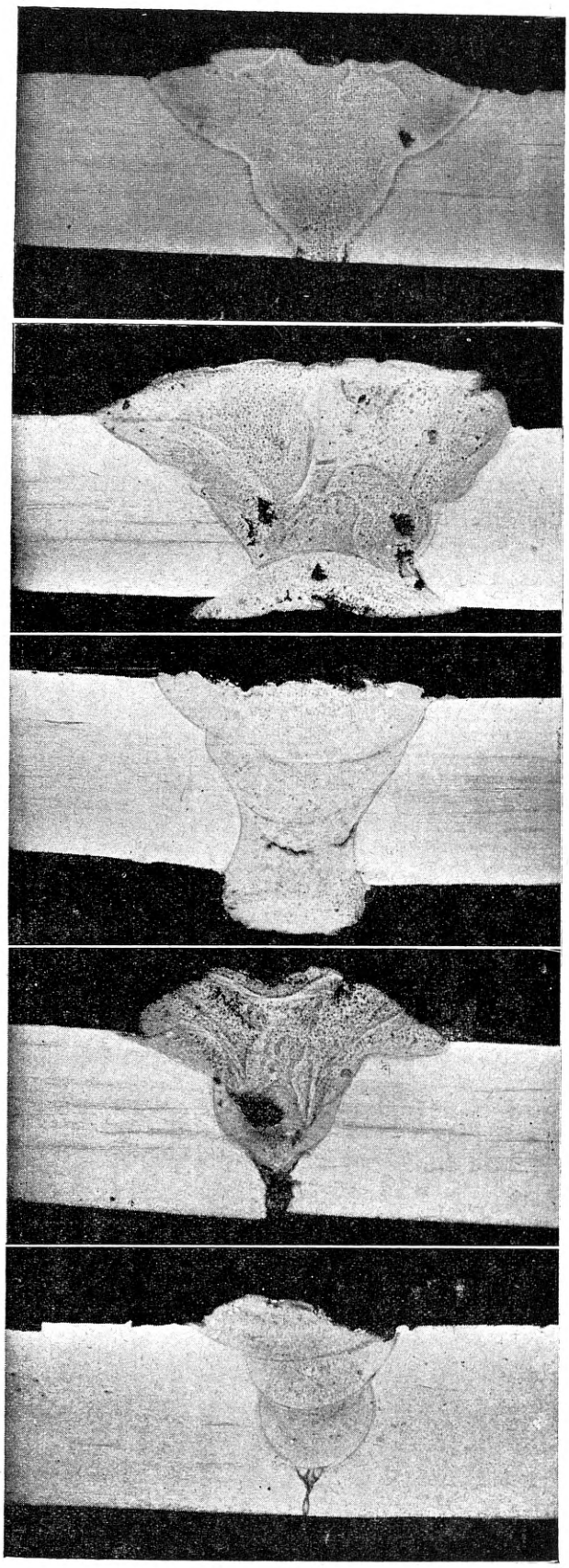
Joon. 11.
100:1
keetematerjal

atsetüleen-hapnikuliselt keedetud

Joon. 9—11. Mikrostruktuursed ülesvõtted.



Joon. 12—16.
4:1
atsetüleen-hapnik. keedetud
12 — hea keede; 13 — šlakid ja oksüüdid; 14, 15 — üksikute keetekihtide mittekokkusulavus; 16 — alg- ja keetematerjali mittekokkusulavus.



Joon. 17—21.
4:1
elektriliselt keedetud
17 — hea keede; 18 — šlakid ja oksüüdid; 19 — üksikute keetekihtide mittekokkusulavus; 20, 21 — alg- ja keeetmaterjali mittekokkusulavus.

Makrostruktuursed ülesvõtted keedetud kohtadest.

kohta, kusjuures proovikehade laius oli 50 mm. Näeme, et ühes paaris on andmed sagedasti tugevasti lahkuminevad. Peame tegema järelduse: meie keetjad ei oska veel keeta ühetaoliselt hästi laiemal ulatusel. Kohati saab keetja head keedet, sealsamas aga on juba puudus sees ja keete vastupidavus on kohe palju vähem. Meie keetjatel puudub veel stabiilsus leegi hoidmisel ja keete valmistamisel. Parimad järeldused saadi proovil 8, kui keedeti lahustatud atsetüleeniga, I s. traadiga, vasardatult. Keetjaks oli üks meie parimaid keetjaid.

Tabel 2. Keedetud õmblustega proovikehade paindeproovide andmed.

Järje korra nr.	Painde nurgad					
	horisontaalselt		vertikaalselt		hoides ülepea	
	lõhe silmaga näatav	murdus	lõhe silmaga nähtav	murdus	lõhe silmaga nähtav	murdus
1	180	ei katk	36	57	27	46
	—	—	71	97	27	46
2	73	104	70	86	83	115
	180	ei katk.	81	94	180	ei katk.
3	98	ei katk	17	50	23	72
	123	ei katk.	29	60	32	111
4	70	140	61	115	—	100
	73	120	157	ei katk.	90	117
5	75	106	72	99	79	103
	86	103	80	119	87	180
6	172	ei katk.	180	ei katk.	180	ei katk.
	—	—	—	—	—	—
7	74	136	58	128	80	100
	180	ei katk	180	ei katk.	91	166
8	156	ei katk.	180	ei katk	114	ei katk.
	156	ei katk.	180	ei katk	116	ei katk.
9	15	19	23	31	—	—
	17	25	26	30	—	-
10	18	24	23	25	—	—
	23	31	26	33	—	—
11	25	40	30	47	14	32
	27	61	35	59	26	36
12	8	14	39	48	20	38
	19	34	39	57	21	30

Andmetest nähtub, et horisontaalselt keetes saadakse atsetüleeniga üldiselt vastuvõetavad tagajärjed; vertikaalselt ja ülepea keetmist ei osata veel ja tagajärjed on palju nõrgemad.

Makrostruktuursed ülesvõtted on toodud joon. 12—21. Ülesvõtted on suurendusega 4:1 ja tehtud pärast materjali peitsimist vaseammoniumchlorüüdiga. Ülesvõtted 12—16 on atsetüleeniga valmistatud keedetest ja 17—21 elektriliselt keedetud. Mõlemad keeted on struktuurselt väga erinevad. Atsetüleenilisel keetmisel juurdelisatatava materjali struktuur kujuneb peaaegu sarnasena algmaterjalile. Elektrilisel keetmisel meie proovidel on keete struktuur järsult erinev algmaterjali omast, keete kohal on materjal väga pooriline. Ülesvõtetest näeme, et meie keedetesse jäävad sagedasti puudused, mis väliselt küll nägematud, tegelikult aga vähendavad tunduvalt keetekohtade vastupidavust. Makrostruktuursetest ülesvõtetest tuleb ka teha järeldus, et meie keetjad võivad saavutada atsetüleeniga häid keeteid ainult suurte pingutustega, kuna elektriga oli see võimatu. Põhjuseks oli see asjaolu, et elektrivoolu allikad ei olnud sugugi kohased hea keete saavutamiseks. Kui voolu tingimused on halvad, siis ei saavuta ka osav keetja kunagi head keedet! Lähemad andmed voolu tingimuste kohta on toodud kirjutises „Metallide keetmine elektri kaartulega ja tarvitatavad vooluallikad“*).

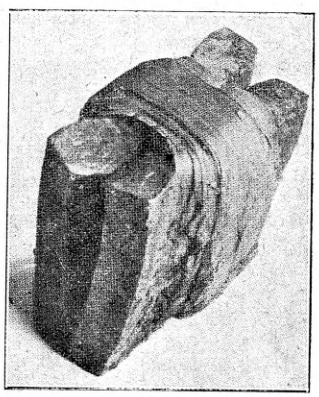
Keedetesse kujunevad puudused jagunevad peamiselt kolme liiki:

1. Šlaki ja oksüüdide sisaldavus, poorne struktuur, ülesvõtted 13, 18 ja 20;
2. üksikute keetekihtide mittekokkusulavus, praod keetes, ülesvõtted 14, 15 ja 19;
3. alg- ja keetematerjali mittekokkusulavus, praod keetes, ülesvõtted 15, 16, 20 ja 21.

Eriti kardetavad on praod, mis jäävad keeteküna põhja, ülesvõtted 16 ja 21.

Atsetüleeniga keete hea teostamine on näha joon. 12, kus keetematerjal on puudusteta täiesti kokkusulanud algmaterjaliga. Elektriga hea keete läbilõige on toodud joonisel 17, kus küll ühes kohas on suurem oksüüdi tükike ja altpoolt on juuspraod 2 kohas.

Mikrostruktuursed ülesvõtted on toodud suurendusega 100:1 joon. 9—11. Joon. 9 on algmaterjali harilik ferriit-perliidiline struktuur. Joon. 10 on toodud ülemineku koht vähema kristalliliselt algmaterjalist suurema kristallilisele keetematerjalile. Joon. 11 on toodud keetematerjali struktuur, suureteralised ferriit kristallid. Vastava järelekuumutamisega ja pikalise jahtumisega võib sarnast struktuuri muuta peeneteralisemaks. Kui meil aga materjal on ülekuumendatud ja põletatud, nagu näha mikrostruktuursel ülesvõttel, joon. 22, kus materjalis on suured oksüüdi laigud, siis on juba raskem ja sagedasti võimata järelekuumutamisega struktuuris ette võtta rekristalliseerimist. Täiesti võimata on parandada materjali struktuuri, kui ferriitkristallid on igakülgselt ümbritsetud oksüüdiga. Sagedasti levinenud vaade, et ega keede peagi olema otsekohe eeskujulik, vaid järelekuumutamisega on võimalik parandada keedet, on ekslik. Keede peab olema valmistamisel kohe hea ja milgil tingimusel ei tohi materjal olla ülekuumutatud.



Joon. 23. Keete headuse proov.

Keedetud kohtade proovimiseks on esitatud mitmesuguseid meetodeid. Käesolevas kirjutises juhiks aga tähelepanu ainult 2 meetodile, mis näivad olevat eriti sobivad praktiliseks tarvitamiseks.

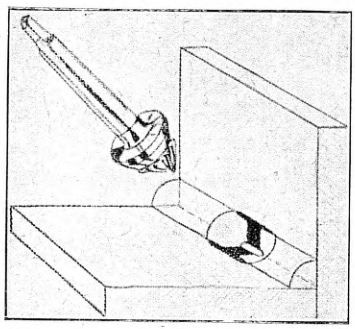
Michel, Brüsselist[2])

*) „Tehnika Ajakiri ja Auto“, 1932. Nr. 10/11.

[2]) I Internationaler Schweisstechnischer Kongress für Dampfkesselbau. 1931. Verlag De Zuid — Hollandsche Boek — en handelsdrukkerij. Den Haag.

soovitab järgmist sepitsemise proovi: kaks pleki tükki, 10 mm paksusega, asetada üksteise kõrvale, keeta nende peale põiki paks keetekiht, soendada tükid ühes keetekihiga punakuumuseni ja siis vasardada tükid lalhti, nõnda et keetekiht venitakse pikaks. Hea keetematerjal peab võimaldama lahtivasardamist 180° võrra. Üks sarnaselt proovitud keetekiht on näha joon. 23.

H. Schmuckler, Berliinist[3]), soovitab proovida valmis keeteõmblusi tema poolt konstrueeritud erilise freesaparaadiga, mis näha joon. 24. Selle aparaadiga võib valmis keeteõmblust kontrollida juhuslikult või teadlikult väljavalitud kohtades. Aparaat töötab painduva võlli kaudu eri elektrimootorist, võimsusega 0,4 kW. Pärast avause väljafreesimist võib avause pinde poleerida sama aparaadiga erilise poleerkeegli abil. Poleeritud pinde võib peitsida, näiteks vaseammoniumchlorüüdiga, ja siis on võimalus näha keetes igasuguseid puudusi, kui nad on olemas Kontrollitud avaust tuleb uuesti kinni keeta.



Joon. 24. Eri aparaat keete proovimiseks.

Samuti, kui keete proovimiste meetodid, ei ole veel välja kujunenud normid, milledele peavad vastama keeted, kui neid lubada tarvitusele vastutusrikastes konstruktsioonides, nagu aurukateldes, sildade ja teiste kõrgeehitiste juures jne. Alles kõige viimasel ajal hakatakse lubama keeteid aurukateldes, näiteks Ameerikas alles alates 1931. a., kui ilmusid A. S. M. E. Boiler Construction Code'is normid keedetud õmblustele ja nende proovimistele. Saksa inseneride ühingu poolt avaldati veebruaril 1932. kavana normid keetmisel juurdelisatatava materjali kohta. Saksa sotsiaalministri poolt on avaldatud 1930. a. „Vorschriften für die Ausführung geschweisster Stahlhochbauten". Eestis korraldatud proovimiste ajal oli kasutada kavana 1928. aastal koostatud „Richtlinien für die Prüfung von Schweissnähten" Saksa inseneride ühingu keetmise eriteadlaste komisjoni poolt. Näeme, et normid on praegu just väljatöötamisel ja seepärast on raskendatud täpse ülevaate koostamine teistes riikides avaldatud normide kohta.

Informatsioonina toon mõned andmed nimetatud normidest võrdluseks meie proovimistel saadud järeldustega.

		Eestis saavutatud 1930 a.	Saksa			Ameerika A.S.M.E. normid 1931 a.
			V. D. J. kavad		kõrgeehitiste määrused	
			1928 a.	1932 a.	1930 a.	
Ainult keetest koosneva keha tõmbetugevus	gaas	keedet. pleki tõmbetugev.	—	—	—	keedetava pleki minimaalne tõmbetugevus
	elektr.					
Venivus	gaas.	21,9%	—	—	—	20% pikkusel 50 mm
	elektr.	3,6% pikkusel 100 mm				
Põiki õmblusega keedetud keha tõmbetugevus	gaas.	34,7 kg/mm²	—	keedetava pleki minimaalne tõmbetugevus	30kg/mm²	keedetava pleki minimaalne tõmbetugevus
	elektr.	34,1 „				
Venivus	gaas.	15,3%	—	—	—	ei nõuta erilist normi
	elektr.	8,4 „				
Paindenurk esimeste lõhede ilmumiseni	gaas.	180°	180°	180°	60°	mõõdetakse mitte paindenurka, vaid väliste kiude venivus peab olema vähemalt 30%
	elektr.	39°	90°	90°/60°		

Ameerika normides nõutakse veel, et keete erikaal peab olema vähemalt 7,3; aurukatelde juures iga keeteõmblust tuleb röntgenikiirtega järele uurida ja veesurvega proovida aurukatelt 1,5 kordse töösurve all, kusjuures selle surve all tuleb vasardada materjali tugevate löökidega mõlemil poolel keeteõmblusi 150 mm kaugusel. Pärast vasardamist tuleb veesurvet tõsta 2-kordse töösurveni ja seda survet hoida nõnda kaua, kuni kõik õmblused on järelevaadatud. Eriti kuri nõue on järelevaatus röntgenikiirtega, kuna see nõuab kallist seadet ja õpetatud personali. Teisest küljest selle nõudega on saavutatud, et keetmisi võivad teostada ainult soliid ettevõtted ja saadakse head keeted.

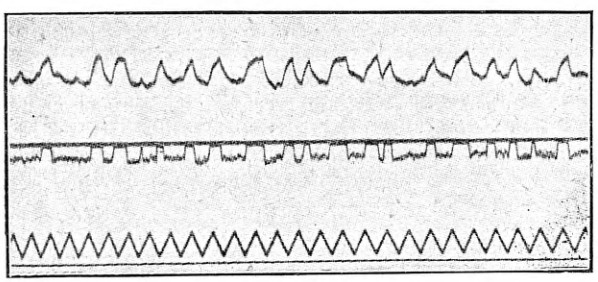
Kokkuvõte. Avaldades Eestis teostatud metallide keetmise proovimise andmeid, näeme, et paljudel proovidel oleme suutnud täita tööstusriikides ülesseatud norme. Teisest küljest, meie keedetes on veel võrdlemisi palju puuduseid, missugused tulevad väga kujukalt nähtavale makrostruktuursetel ülesvõtetel. Seepärast loodame, et kui meie tööstused ja üksikud keetjad pööravad palju suuremat tähelepanu keetmismaterjalile, -tööriistadele ja -tingimustele, eriti veel elektrilisel keetmisel elektrivoolu allikatele, siis meie lähemas tulevikus jõuame varsti valmistada keeteid, mis vastavad igakülgselt üld- ja erinõuetele.

[3]) H. Schmuckler, Neuere geschweisste Stahlbauten. V. D. I. 1932. Nr. 6.

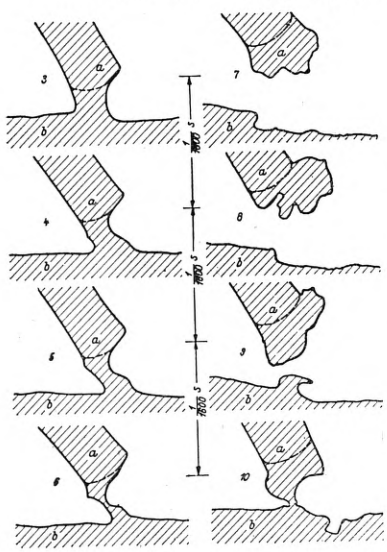
Metallide keetmine elektri kaartulega ja tarvitatavád vooluallikad.

Ins. A. Ottenson.

Nagu teada, omavad metallid omaduse laadida end negatiivselt, s. t. on võimalik koguda metalli peale elektroone. Viimased ei lahku metalli pinnalt, vaatamata sellele, et elektroonid metallil kergesti liiklevad. Ühendades kaht elektroone kandvaid elektroote, rändavad vabalt olevad, negatiivselt laetud, elektroonid läbi õhuvahe vastas elektroodile tiheda joana. Elektroonide ülerändamise tõttu iooniseerub vahelolev õhuvahe ning muutub juhiks, mida omakorda toetavad õhus leiduvad vabad elektroonid. Elektroonide rändamise tõttu tekib kahe elektroodi vahel helktuli, mis kuumendab sedavõrd negatiivselt laetud elektroodi, et viimane algab kiirgama elektroone. Seega on saavutatud püsiv elektroonide rändamine ehk kaartuli. Tähendatud kaartuld kasutatakse metallide keetmisel, kus üheks elektroodiks on keeteese ja teiseks metallelektrood. Metalli ülekandmine kaartules sünnib mitte metallaurude näol, mida alguses oletati, vaid tilga näol, mis selgub Berliini ülikooli prof. Dr. ins. A. Hilpert'i poolt filmitud kaartule filmist (joon. 1).



Kaartule oszilograafiline ülesvõte.



Elektroodi metalli ülekandmine kaartules.

Pildil 3—6. Joakujuline tilga üleminek.

Pilidil 7—10. Seenekujuline tilga üleminek.

Joon. 1.

Filmiti vahelduvavoolu, kahe isesuguse elektroodi, kaartuli, 1600—2400 pilti sekundis. Joon. 1. pealmine osa on filmitud kaartule oszilograafiline ülesvõte. Üleval voolujoon, keskel pingejoon ja all vahelduvavoolu algkuju.

Kaartule positiivse elektroodi temperatuur on 3500—4000°C, kuna negatiivse elektroodi temperatuur on 600° võrra vähem. Tähendatud temperatuuri vahe tekib sellest, et positiivne elektrood tulistatakse negatiivsest elektroodist väljuvatest elektroonidest. Elektroodide temperatuuri vahe, alalise voolu puhul, soodustab metallide keetmist. Nimelt, paksuseinalised esemed, missugused vajavad rohkem soojust metalli ettesulatamiseks, ühendatakse positiivse näpitsaga ja õhukese seinalised esemed, kus on karta metalli ärapõlemist, negatiivse näpitsaga.

Kaartule pinge ja voolutugevus. Kahe metall-elektroodi vahel oleva kaartule minimaal pinge peab olema teoreetiliselt 15,5 Volti, praktiliselt aga 18—24 Volti. Kaartule algpinge peab olema alalisevoolu korral vähemalt 50 Volti ja vahelduvavoolu korral vähemalt 75 Volti isoleeritud elektroodide jaoks ja 125 Volti plank elektroodide jaoks. Pingete suurused on tingitud:

1) et oleks võimalik kergesti saavutada kaartuld;
2) et kaartuli oleks püsiv;
3) et voolutugevus oleks normaalne.

Vahelduvavoolu korral avaldab mõju pinge suuruse peale ka vahelduvavoolu kuju, sest metalli ülekandmine, tilga näol, keetesse sünnib ajal, kus vahelduvavoolu suurus läheneb nullile; sel ajal on ka pinge null. Et aga peale metalli ülekandmist ei kustuks kaartuli, see tähendab, et saada tagasisüüdet, peab vahelduvavoolu puhul algpinge olema suurem, kui alalisevoolu puhul. Keete headuse peale pinge suurus otsekohest mõju ei avalda, küll aga mõjub voolutugevus. Kaartule voolutugevus on tingitud peaasjalikult keedetava eseme metallist ja kaudsel teel õhu lämmastikust ja hapnikust. Allpool toodud tabelis on märgitud normaal voolutugevused raudesemete keetmiseks.

Tabel 1.

Seina paksus mm	Keete küna nurk	Seinte vahe mm	Keete kihtide arv	Elektroodi läbimõõt mm	Voolu tugevus Amp.
3	0	1	1	2	80
5	0 või 60	3 või 1	1	3	120
8	60	2	1	4	150
10	60	3	2	3 ja 4	120 ja 150
13	60	3	3	3; 4 ja 5	120; 150 ja 180
16	60	3	4	3; 4 ja 5	120; 150 ja 180
20	60	3	5	3; 4 ja 5	120; 150 ja 180

Keetes suurema voolutugevusega kui normaal, saab metall ära põletatud, mille tõttu keetemetall muutub liig rabedaks, peale seda on suured materjali kaotused pritsmete näol. Väiksema voolutugevuse juures ei muutu elekt-

roodi metall küllaldaselt vedelaks ja sissesulatamise sügavus on väike ning šlakid ei tõuse pinnale, vaid jäävad keetesse, mille tõttu ei ole võimalik saada head ühendust. Katsete teel on selgitatud, et mitte normaal voolutugevus mõjutab omakorda soodustavalt õhuhapniku ja lämmastiku juurdekasvu keete metallis. Viimaste juurdekasvu tuleb takistada kõige abinõudega, sest 0,1% N vähendab keetemetalli venivust 80% võrra ja suurendab 20% võrra tugevust. Hapnik ühinedes rauaga sünnitab oksüüdühendusi, mille tõttu keetemetall muutub rabedaks. Hapniku ja lämmastiku eemalhoidmiseks tuleb silmaspidada, et kaartule pikkus ei tohi olla mitte suurem, kui 3—4 mm. Kaartule suund alalisevoolu juures peab olema vastupidine keetmis suunale, sest kaartule ettejuhtimise korral oksüdeeritakse keeteküna juba ette enne keetmist. Vastusuuna korral, kuumendatakse keete tagant järgi, mis mõjub soodustavalt keete headuse peale. Vahelduvavoolu korral ei ole võimalik kaartuld suunida, sest see asub vahelduvas magneetväljas. Kaartule isoleerimine õhuhapnikust ja lämmastikust on võimalik ainult isoleeritud elektrootidega, mille tõttu vastutusrikkaid töid tuleb teha tähendatud elektrootidega. Paljas elektrootide juures tuleb äärmiselt silmaspidada eelpool tähendatud nõudeid ning elektroodid ei tohi olla mingil tingimusel roostes. Vaatamata sellele, et paljas elektroodid on odavad, tarvitatakse siiski mõnes töökojas harilikku roostes raudtraati ning kurdetakse keete headuse üle. Arusaadav on, et sarnaste elektrootidega ei ole võimalik hästi keeta, sest keetmiseks kõlbav elktrood peab olema vastava keemilise koosseisuga. Alates 10 millimeetrilisest keeteeseme seinapaksusest tuleb keeta kihtide viisi, vaata tabel 1. Eseme osi ei keedeta kokku ühekorraga, vaid kihtide kaupa, mis omakorda soodustab keete headust, sest iga uue kihi peale keetmisel kuumendatakse alumist kihti uuesti, mistõttu paraneb keetestruktuur.

Keetmise vooluallikaid. Tingimused, milledele peab vastama vooluallikas, on järgmised:

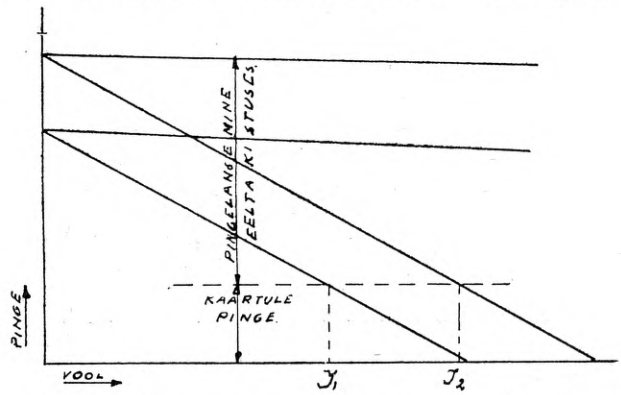
1) Voolutugevust peab olema võimalik ettereguleerida ning voolutugevus peab püsima konstandina keetmisel.
2) Otseside vool ei tohi olla suur.
3) Kaartuli peab olema püsiv, see tähendab, et vooluallika pingetõus 0—max peale otseside katkemist peab sündima kiirelt.
4) Vooluallikas peab olema otseside-kindel.
5) Vooluallikaga keetmine peab olema ökonoomne.
6) Vooluallikas peab olema kergesti transporteeritav.

Eelpool ülesseatud tingimused tulevad jagada kahte ossa: p.p. 1, 2, 3 ja 4 on tehnilised ning p.p. 5 ja 6 on majanduslikud tingimused. Vooluallikas, mis rahuldab tehnilised tingimused, võimaldab head keedet.

Alalinevool. Kõige vanem ja lihtsam keetmisvooluallikas on 110 ja 220 voldiline vooluvõrk eeltakistusega pinge hävitamiseks, kuid tähendatud vooluallikas ei võimalda head keedet. Voolu ettereguleerimine on raske, ning voolu tugevus ei püsi konstandina keetmise ajal. Otseside voolud on suured, tähendatud puuduste tõttu põletatakse kergesti keetemetall. Hea omadus on keetjate arvamisel, et kaartuli on väga püsiv, sest võrgu pinge võimaldab pikka kaart, mille tõttu ei vaja keetjalt suurt hoolt kaare pikkuse hoidmiseks. See sünnib aga keete headuse arvel.

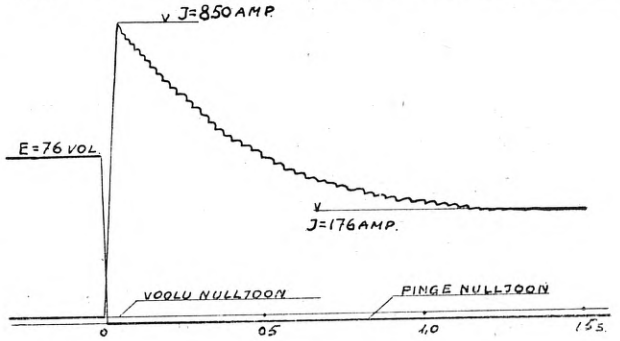
Võrgu voolu tarvitamine keetmiseks on ka majanduslikult väga kahjulik, sest keetmiseks vajame pinget 20 Volti, kuna ülejäänud osa hävitatakse eeltakistuses, mille tõttu kasukraad on $\frac{20}{110} \cdot 100 = 18{,}20\%$, 220 Voldi puhul 9,1%. Vaatamata tehnilistele halvemustele ja majanduslikule mittetasumisele keedetakse veel mõnes tööstuses otsekohe võrguvooluga.

Eridünamod keetmiseks. Keetmis dünamod on: kompound, vastukompound lisaergutus



Joon. 2. Kompound-dünamo staatilised karakteristikad.

mähisega ja peavoolu ühendustega dünamod. Kompound ühendusega dünamod ei ole võimalik otsekohe tarvitada keetmise otstarbeks, sest pinge muutuvus voolust on väga väike. Seepärast ühendatakse keetmis vooluring eritakistusega, mis hävitab ülepinge. Kompound ühendusega dünamo ei võimalda küllaldaselt voolu ettereguleerimist, ainult J_1 ja J_2 piirides, mis selgub staatilisest karakteristikast. Kui aga soovitakse keeta väiksema vooluga, tuleb tühjakäigu pinge alla reguleerida, mil korral ei ole võimalik hoida püsivat kaartuld ning elektroodid kleepuvad. Teine võimalus on jätta tühjakäigu pinge endiseks ning keeta pika kaartulega. Kuid, nagu eelpool tähendasin, mõjub see kahjulikult keete headusele. Kompound dünamoga ei ole võimalik keeta konstant vooluga, sest kaare pikkuse kõikumisega muutub pinge suurus ja ka voolu tugevus.

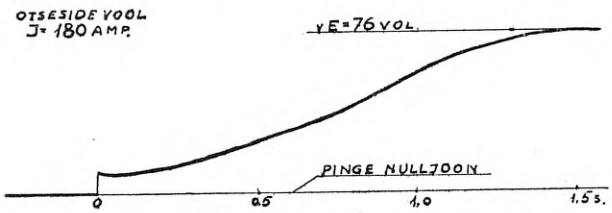


Joon. 3. Kompound-dünamo otsesidestusmoment.

Peale voolu võngete, tingitud kaarest, ilmnevad keetmise ajal suured otseside voolud (joon. 3), sest metalli ülekandmise ajal on dünamo otsesides (joon. 1).

Käesolevas oszilogrammis on algotseside vool 4,8 korda suurem, kui normaal keetmisvool, mis võib tõusta väiksema keetmisvoolu puhul kuni 7 kordseks. Keetmise ajal esinevad otsesidevoolud on keskmiselt 2 korda suuremad, kui normaalvool.

Väga tähtis nõue keetmise vooluallika kohta on, et pinge tõus 0—maksimumini peab sündima kiirelt. Mida kiiremini pinge jõuab maksimumini seda kergem on tagasisüüte peale otseside katkemist, mis võimaldab keetjal kergema vaevaga hoida kaartuld.

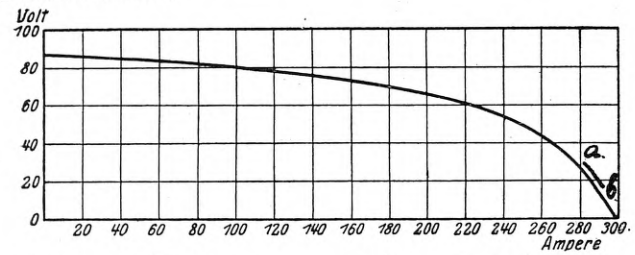


Joon. 4. Kompound-dünamo otseside katkemismoment.

Oszilogrammist, joon. 4., on näha, et kompound dünamo pinge jõuab maksimumini 1,5 sek. jooksul, mille tõttu on kaartule hoidmine raske.

Eelpool toodud asjaoludest selgub, et kompound dünamo ei rahulda tehnilisi tingimusi p.p. 1, 2, 3 ja 4, seega ei võimalda head keedet.

Vastukompound, lisaergutusega dünamo (Krämer ühendus). Tähendatud dünamo läheb lahku kompound dünamost seepoolest, et peavoolu mähise magneetväli mõjub haruside magneetväljale vastusuunaliselt, mille tõttu hävib ülepinge keetmisel erilise takistuseta. Peale selle omab dünamo veel eriergutus mähise, mida toidab eridünamo. Tähendatud ühenduse tõttu omab dünamo staatiline karakteristika rohkem langevat kuju ning võimaldab seega rohkem konstant vooluga keetmist, kui kompounddünamo.

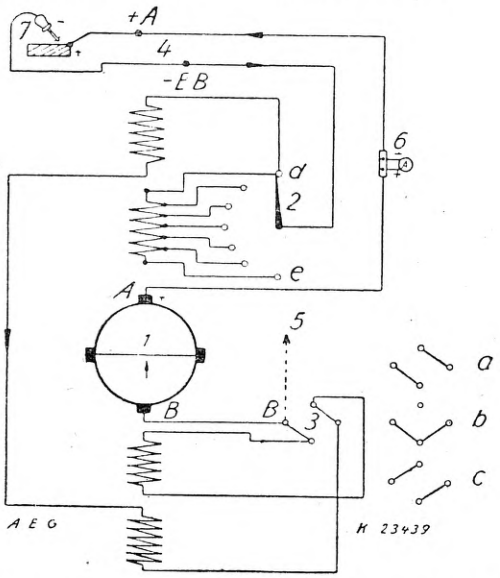


Joon. 5. Krämer dünamo staatililne karakteristik.

Keetmisvool peab püsima staatilise karakteristika põlve piirkonnas, joon. a—b, sest sel kohal on voolu kõikumine kõige väiksem.

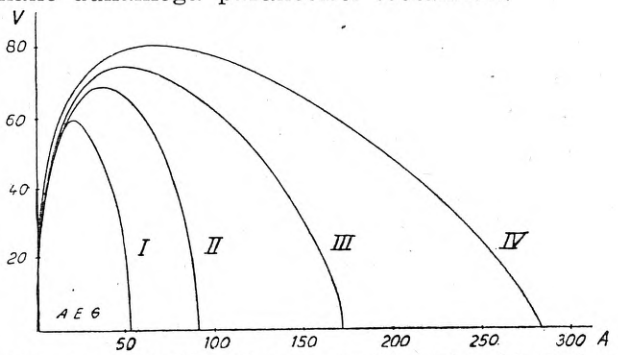
Voolusuuruse ettereguleerimine, mis sünnib kolme reostaadi abil, on samuti piiratud, kui kompounddünamo juures. Otseside voolud ja pinge muutuvus ajas on sarnased kompounddünamole.

Põikvälja dünamod (Querfeld Schweissgenerator). Põikvälja dünamo oma ühenduse poolest on peavoolu dünamo, mille juures on kasutatud ankrumagneedivälja mõju otsesidestatud harjade abil peamagneet väljale.



Joon. 6. Põikvälja dünamo skeem. a, b, c = lülija „B" asendid.

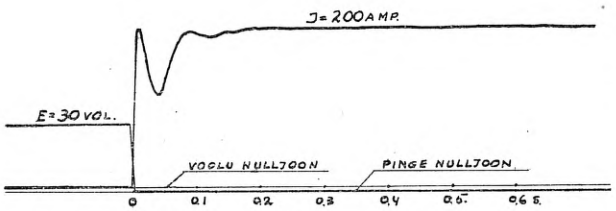
Dünamo reguleerimine ei sünni tülikate reostaatide abil, vaid magneetmähise ümberja väljalülimise teel, millega on saavutatud lihtne talitusviis. Sarnane lülitus võimaldab lülija „B" abil seada dünamo voolu tugevust kolmes astmes — 70 Amp., 70—150 Amp. ja 150—250 Amp. ning vahepealseid voolutugevusi 7 astmes lülija „2" abil. Kokku omab dünamo 21 voolu tugevuse reguleerimis võimalust. Keetmisvoolu tugevuse määramiseks lülitakse dünamo elektrootide abil otsesidesse ning seatakse lülija „2" abil tarvisminev voolutugevus, missugune püsib peaaegu konstandina keetmisel, olenemata kaare pikkusest. Joonisel näidatud juhe 5 on ette nähtud tasandusjuhtmena kahe dünamoga paralleelsel töötamisel.



Joon. 7. Põikvälja dünamo staatilised karakteristikad.

Staatilistest karakteristikatest selgub, et kaartule pikkuse muutmisel, millele järgneb pinge muutuvus, ei muutu voolutugevus suurtes piirides. Tähendatud omadus on üks tähtsamatest metalli keetmisel elektriga. Ei ole karta, et ülekantav metall ei saa ühtlaselt sulatatud. See omadus võimaldab oma stabiilsuse tõttu kergesti keeta.

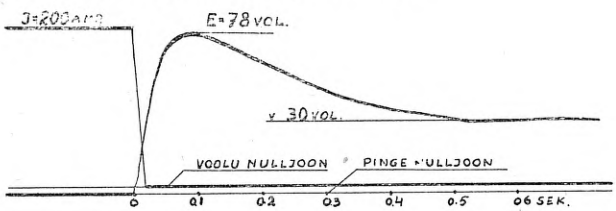
Nagu eelpool tähendasin, määratakse keetmise voolutugevus dünamo otsesidestamise teel — seega on keetmisvool ühtlasi otsesidevool, mis ka selgub oszilogrammis joon. 8.



Joon. 8. Põikvälja dünamo otsesidestusmoment.

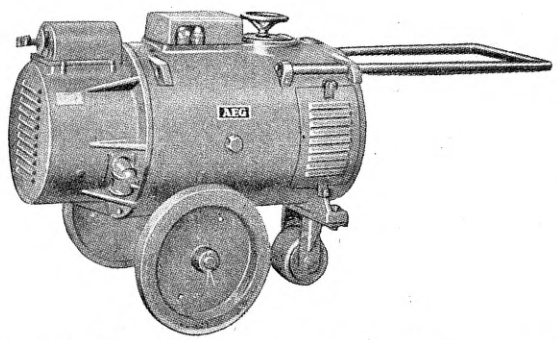
Voolu sumbutus saavutatakse magneetvälja puiste teel, milleks magneetnaba omab erilise konstruktsiooni.

Dünamo tühjakäigu pinge on 30 Volti, mis indutseeritakse ainult remanent magnetismusest. Seega on elektrootide vahetamine hädaohutu. Kaartuli on väga püsiv, sest pinge tõus peale otseside katkemist on kiire, võrreldes teiste dünamodega, mis selgub oszilogrammist



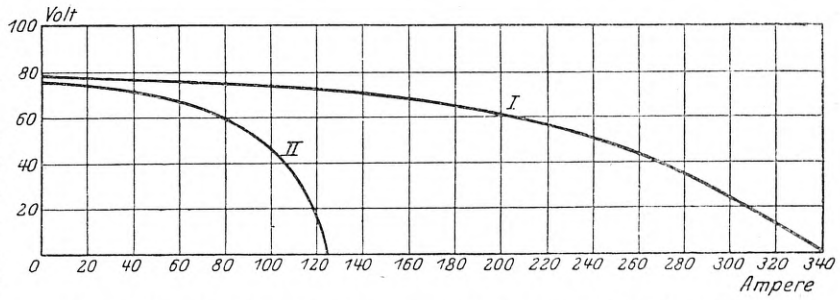
Joon. 9. Põikvälja dünamo otseside katkestamismoment.

joon. 9. Põikvälja dünamo on alalisevoolu keetmis vooluallikate alal üks viimastest tehnika saavutistest ning rahuldab kõik tingimused, mille tõttu võimaldab head keedet. Umformeri kasukraad on 0,6, võimsuse tarvitus tühjalt 1,2 kW, mis on võrdlemisi väike võrreldes teiste umformeritega. Umformeri pikkus 1035 mm, läbimõõt 650 mm ja kaal 490 kg. Joon. 10. on toodud umformeri ülesvõte.



Joon. 10. Keetmise umformer põikvälja dünamoga.

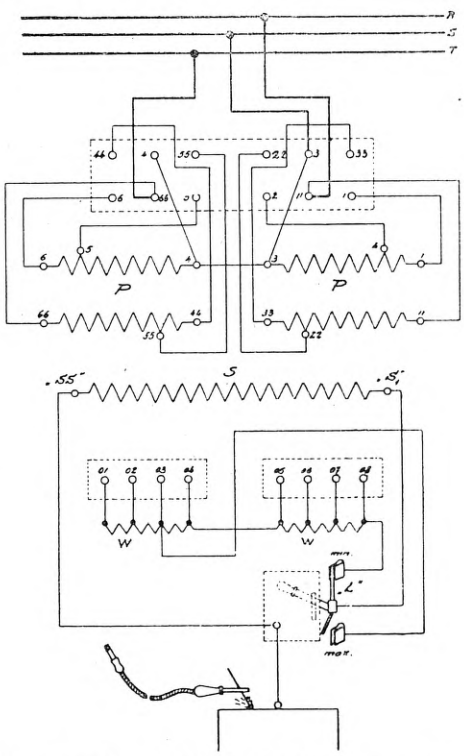
Vahelduvvool. Tingimused, milledele peab vastama vahelduvavoolu keetmis vooluallikas, on samad, mis alalisevoolu juures. Kõige rohkem tarvitusel olev vooluallikas on transformaator. Peale transformaatori on tarvitusel ka perioodide umformerisi. Viimased on aga praktikas vähe tuntud. Harilikku transformaatorit keetmiseks otsekohe tarvitada ei ole võimalik, sest selle pingemuutuvus voolust on väga väike, mille tõttu harilik transformaator ei kõlba keetmise voolu allikaks. Keetmise otstarbeks ehitatakse transformaatoreid kolmel põhimõttel: 1) puiste, 2) induktsioon, 3) sekundäärmähise keerude muutmine. Puiste põhimõte seisab selles, et primäär ja sekundäär mähiseid on võimalik üksteise suhtes nihutada, seega vähendades või suurendades sekundäär mähist lõikavaid magneet jõujooni, millega saavutatakse keetmiseks tarvilik pinge muutuvus. Puistega töötav transformaator omab



Joon. 11. Puistega transformaatori staatilised karakteristikad.

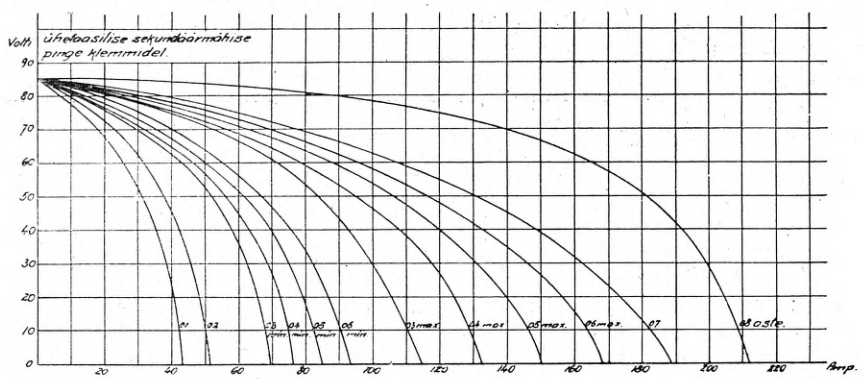
staatilised karakteristikad (joon. 11), missugused on taolised kompound ja Krämer ühendustega dünamote karakteristikatega. Seega on konstant voolu hoidmine ja ettereguleerimine ühesugune. Karakteristik I on väike puiste jaoks — taoline kompound dünamo karakteristikaga ja II suure puiste jaoks — taoline Krämer dünamo karakteristikaga.

„Volta" transformaator. Eesti elektrimasinate ehituse A/S. poolt ehitatakse keetmise otstarbeks transformaatoreid induktsiooni põhimõttel. Transformaatori sekundäär mähisele on paigutatud väljalülitav erimähis „W" joon. 12. Tähendatud mähises sünnitatud magneetväli mõjub vastupidiselt sekundäär mähise magneetväljale, millega saavutatakse keetmiseks soodne pinge muutuvus.



Joon. 12. Transformaator „Volta" skeem. P=primäär mähis, s = sekundäär mähis, w = väljalülitav mähis.

Mähise „W“ keerude välja- ja sisselülimiseks on väljatoodud haruühendused 01 kuni 08, ning on ühendatud klemmidele, millede küljest saadakse keetmisvool. Peale astete 01—08 omab transformaator ümberlülitaja „L“, mille abil võib sisselülida asetuses „minimum“ terve mähise „W“ ja asetuses „maksimum“ ainult ühe osa mähist „W“. Seega on võimaldatud 12 voolu astet. Transformaatori primäär mähis on 3-faasiline, mille tõttu ei koorma voolu võrku ühefaasiliselt ning on ümberlülitav mitmesuguste võrgu pingete jaoks.



Joon. 13. Transformaator „Volta“ staatilised karakteristikad.

Transformaatori staatilised karakteristikad (joon. 13) omavad langevat kuju, mille tõttu ei kõigu vool keetmise ajal suurtes piirides.

Transformaatori tehnilised andmed: kasukraad 0,7—0,9; võimsuse tegur, cos φ, 0,24—0,4 ja kaal 180 kg.

Üldiselt peab tähendama, et Eesti elektrimasinate ehituse A/S. poolt ehitatav transformaator on sama väärtuslik, kui välisfirmade transformaatorid. Joon. 14. on näha ülesvõte „Volta“ transformaatorist.

Kas alaline- või vahelduvvool? Tähendatud küsimusele on otsekohe raske vastata, sest oleneb tööstuse iseloomust. Mõlemate voolu liikidega on võimalik saavutada head keedet, kuid mõlematel vooluliikidel on omad paremused ja halvemused. Alalisevoolu paremused võrreldes vahelduvavooluga:

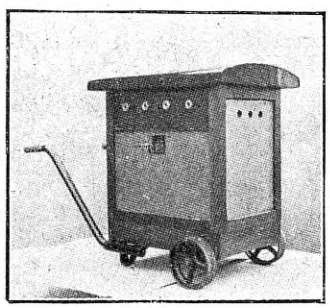
1) Kaartuli on elastsem.
2) Võimalik on keeta paljaselektroodiga.
3) Võimalik on kasutada polariteedi temperatuuri vahet.
4) Töövõime on suurem.
5) Võimalik on kergesti keeta pronksi, vaske ja alumiiniumi.
6) Tühjakäigu pinge on madal.

Vahelduvavoolu paremused võrreldes alalisevooluga:

1) Sisseseade on odav.
2) Kasukraad on kõrge.
3) Tühjakäigu kaotused on väikesed.
4) Transporteerida on kerge.

Tähendatakse, et vahelduvvool on alati odav, sest energia tarvitus on väiksem. Kuid see ei ole alati mõõduandev, sest meie tööstuses tarvitatakse keetmist suuremalt osalt lihtsate ja parandustööde juures, mille tõttu võib alalise voolu puhul keeta paljaselektrootidega.

Allpool toon kalkulatsiooni „Volta“ transformaatori ja põikvälja dünamo kohta, palju maksab keetmise



Joon. 14. Transformaator „Volta“.

tund 4 mm elektroodiga, arvestades 1000 tundi tööaega aastas.

Alalisevooluga keetmisel:		
Sisseseade hind kr. 2000.—		
Amortiseerimine	10%	
Kapitali protsent	6%	0,38
Korrashoid	3%	
Energia 8 kWt à 16 senti		— 1,28
Elektroodid		0,50
Töötasu		0,40
		Kr. 2,56
Vahelduvavooluga keetmisel:		
Sisseseade hind kr. 1375.—		
Amortiseerimine	10%	
Kapitali protsent	6%	0,23
Korrashoid	1%	
Energia 5 kWt à 16 senti		0,80
Elektroodid		1,50
Töötasu		0,40
		Kr. 2,93

Kalkulatsioonist selgub:

1) Tööstuses, kus tarvitatakse paljaselektroote, on alalinevool odavam.
2) Tööstuses, kus tarvitatakse ainult kastetud ja isoleeritud elektroote, on vahelduvvool odavam.

Põlevkiviõli küte aurukateldele.

Dipl. ins. F. Mehmel.

I. Üldosa. Meie põlevkivi õli turule ilmumisega tärkas huvi selle kasutamiseks aurukatelde kütmisel. Vaatamata sellele, et kivisõe kütet viimasel ajal peeti odavaks kütteks vabrikute kateldele, on õliküte mõnel juhul mitmesugustel kaalutlustel siiski otstarbekohasem.

Naftat kütteainena kasutatakse üldiselt juba kümneid aastaid ja tehnilisest seisukohast see küsimus ei ole uus.

Õlikütte tähtis paremus on selle p a e n d u v u s, s. o. omadus kiirelt kohaneda katla koormatuste muutustele. Tarvidus niisuguse paenduvuse järele on eriti suur sõjalaevadel ja veduritel, vähemal määral mõnede vabrikukatelde juures.

Peale paenduvuse omab õliküte laevadel veel teisi paremusi. Praktika näitab, et 1 m³ laeva punkrisse mahub 800 kg kivisütt või 900 kg naftat. Kui 1 kg nafta küttevääruseks arvestada 10.000 kcal, 1 kg kivisöe küttevääruseks 7000 kcal, siis 1 m³ punkrisse mahtuva nafta küttevääruse on 9.10^6 kcal ja kivisöel $5{,}6 . 10^6$ kcal või 1 m³ mahul kütteainete küttevääruste suhe on 1,6:1. See tähendab, et punkrite võrdsete mahtude juures on õliküttega laeval sõidu ulatus 1,6 korda suurem kivisöe küttega laevast. Peale selle laevade veetorukatlad (ennesõjaaegsed) kivisöe kütte juures 1 m² küttepinnalt andsid 40 kg auru, õliküte juures üle 50 kg, s. o. 25% enam. Seda asjaolu on võimalik kasutada kahesuguselt: 1) vähendada katla küttepinda ja seega katla kaalu, mille tagajärjeks on laeva vee väljasurve vähenemine; 2) jätta muutmata küttepind ja kasutada lisa auru masinate võimsuse, seega laeva liikumise kiiruse, tõstmiseks. Õliküttele üleminekuga sõjalaevadel on nende liikumise kiirus tunduvalt tõusnud, näiteks, miiniristlejate juures kuni 35—36 sõlme (65 km/tn) katelde äärmise koormatuse juures, küttes sealjuures umbes 5 kg naftat tunnis aurukatelde 1 m² küttepinnale. Need tagajärjed on saavutatud kütmisel Bakuu masuudiga, mille erikaal 0,90—0,91 ja põlemisväärtus 10.500 kcal. Järelikult küttepinna koormatus oli 52.500 kcal/m² tunnis, kuna vabrikukatelde juures kivisöega kütmisel loetakse koormatuseks 25.000 kcal/m² tunnis. Nimetatud laevakatlad õliküttel, vaatamata eelsoendaja ja ülekuumendaja puudumisele, töötasid kasukraadiga umbes 70%.

Vedurite juures õliküte paremused avalduvad samuti, kuigi mitte nii väljapaistvalt. Raudtee peab ka arvestama kütte hinnaga. Õliküte tähtsamad paremused vedurite juures on: puhtus, suitsu puudumine, mehhanismide väiksem kulumine ja kütteaine lihtne edasiandmine.

Tööstuse ettevõtetes on kütteaine hind väga tähtis ja sellepärast üleminek õliküttele järgneb alles pärast põhjalikke kalkulatsioone. Õliküte paremused siin on samad, kui eelmainitud juhtudel, s. o. neid ei ole võimalik alati otse ümber arvestada rahale, kuid igal juhul tõstetakse katla tegevusvõime. Kui ettevõtte laienemisel katlad ei suuda tarvitatava kütteainega enam anda nõuetavat hulka auru, võib üleminekul õliküttele tõsta katla aurutusvõimet.

II. Õlide lühike iseloomustus. Tehnika areng viimasel aastasajal on toonud täieliku pöörde, mitte ainult õlide saamise tehnikasse, vaid ka üksikute fraktsioonide väärtuse hindamisel. Nimelt, nafta saadustel, mida varem loeti väheväärtuslikeks ja isegi hädaohtlikeks, s. o. bensiinil, kandub praegu maailma õlimajandus.

Selle pöörde tähtsamad tegurid on automobilism ja elektrivalgustus. Kui viimaseid veel ei olnud, tarvilikumaks nafta fraktsiooniks oli petrooleum—valgustuseks. Naftat sel ajal kasutati peaaegu ainult petrooleumi ajamiseks ja destilleerimise juures saadud bensiin lihtsalt hävitati, kuna sellele ei leidunud kasutamise võimalusi. Petrooleumi ajamisel saadud ülejääk sisaldab rida väärtuslikke määrde õlisid. Sel ajal aga ei kasutatud mineraalõlisid määrde ainetena, vaid ainult orgaanilisi õlisid. Kogu ülejääk petrooleumi ajamisest „masuudi" nimetuse all omas väärtust ainult kütteõlina. Nafta destilleerimist toimetati skeemi järele, toodud tabelil 1.

Tabel 1.

Saaduse nimetus	Erikaal	Destilleerimise temperatuur
Bensiinid	0,70—0,75	kuni 175° C
Petroleum	0,80—0,83	„ 270° C
Gaasiõli (püronafta) . .	0,85—0,87	„ 300° C
Masut I — põletamiseks või edasi destileerimiseks	0,90—0,91	viskoosus 50°C juures 5 E°
Vaseliinõli	0,86—0,88	≤1,6
Solaarõli	0,88—0,89	≤1,6
Värtnaõli	0,89—0,90	2—3,5
Masinaõli	0,90—0,91	3,5—8
Silindriõli	0,91—0,92	1,5—2,5) 100° C
Spets. silindriõli	0,92—0,95	3—12) juures E°
Gudroon	0,93—0,95	—

Kui puudub tarvidus raskemate fraktsioonide järele, saadakse destilleerimise jäägina ka masuut II, erikaaluga 0,93—0,94, viskoosusega ≈20 E° 50°C juures ja leekpunktiga 150—200°C. Seda õli kasutatakse katelde kütmiseks kaubalaevadel. Suure sitkuse tõttu see õli voolab torudes ainult kõrge eelsoenduse juures, mis aga on hädaohutu selle õli kõrge leekpunkti tõttu.

Ülaltoodud tabelist Bakuu nafta kohta nähtub, et õli fraktsioonid eritletakse e r i k a a l u ja s i t k u s e järele. Sama näeme võrreldes nafta saadusi mitmesugustest algallikatest.

Võrreldes tabelil 2 õlisid, mis järjestatud erikaalu järele, selgub, et nende õlide omadused on erikaaluga tihedalt seotud. Vesinik, kui vähema erikaaluga osa õli koostises, on ühtlasi väärtuslikuim osa põlemissoojuse poolest. Teiste sõnadega, mida kergem õli ehk õli fraktsioon, seda väärtuslikum on tema soojustehniliselt.

Käesoleva ajakirja veergudel[1]) on Kohtla-Järve õlivabriku ja laboratooriumi juhataja K. Luts avaldanud väga põhjalikke ja väärtuslikke andmeid põlevkiviõlide kohta. Kõige huvitavam selles on järeldus proportsionaalsuse kohta õli erikaalu, vesiniku sisaldavuse ja põlemissoojuse vahel. K. Lutsu kirjutisest toon selle kohta täiendatud valemid ja diagrammid.

Ameerika õlide kohta avalldati 1928. a. Craqoe poolt põlemisväärtus Q kui funktsioon erikaalust kõverjoone näol, mille võrrand on

$$Q = 12400—2100\ \gamma^2 \ . \ . \ . \ . \ (A_1)$$

Analoogse võrrandi on K. Luts avaldanud Eesti põlevkiviõlide kohta, nimelt

$$Q = 6000\ (2{,}58 — \gamma) \ . \ . \ . \ . \ (E_1)$$

Tabel 2. Andmeid mitmesuguste õlide kohta.

	Erikaal γ_{15^0}	Visk. E50⁰	Leekpunkt °C	Elementaar analüüs: C%	H%	(O+N)+S%	Põlemisväärtus kcal	Teoreet. õhu tarv. m³/kg	Vett %	
Toorõlid:										
1. Pensylvania kerge	0,805		<15	83,6	12,9	3,5	10.500—10.900	~11		Literatuuri andmetel
2. Rumeenia . . .	0,840		<15	85,3	14,2	0,5				
3. Bakuu	0,88		31	87,4	12.5	0,1				
4. Pensylvania raske	0,886			84,9	13,7	1.4				
5. Persia	0.90	10(20⁰)		84,3	12,8	1,7+*1,0*				
6. Mehhiko	0,94		24	82,7	11,4	3,5				
7. „	0,96	11(80⁰)		82,7	10,8	2,2+*3,6*				
8. Kalifornia . . .	0,962		82	86,9	10,8	3,5				
9. Masuut kerge .	~0,905	~5	≤100	86,3	12,5	1,2	10.700	10,5		
10. „ raske .	~0,93	~20	≤150				10.500			
Põlevkiviõlid:										
11. Kohtla-Järve . .	~1,0	5	>80⁰	83	9,7	6,4+0,9	9.450	9,8	0,7—1,5	K. Luts'u andmetel
12. Gold-Fields . . .	0,940	4,5-5	>80⁰	82,9	10,6	5,8+0,7	9.750	10		
13. Kiviõli	0,945	~5	>80⁰	83,6	10,6	5,2+0,55	9.830	10,2		
14. „	0,995					0,78	9.570		0,85	Inglism. tehtud analüüs. andmetel
15. Gold-Fields . . .	0,987					0,85	9.540		0,30	
16. „ „ . . .	0,981					1,09	9.632		0,45	

Joon. 1 on vastavad kõverjooned märgitud tähtedega A_1 ja E_1. Samal joonisel on tähendatud ka kütteväärtus joontega A_2 ja E_2, arvestatud valemi järele

$$K = Q - \frac{9H+W}{100} \cdot 600.$$

Kuna vee sisaldavus õlis harva on üle 1%, mis on tingitud õli vastuvõtu tehnilistest tingimustest, siis võib lühendatult arvestada

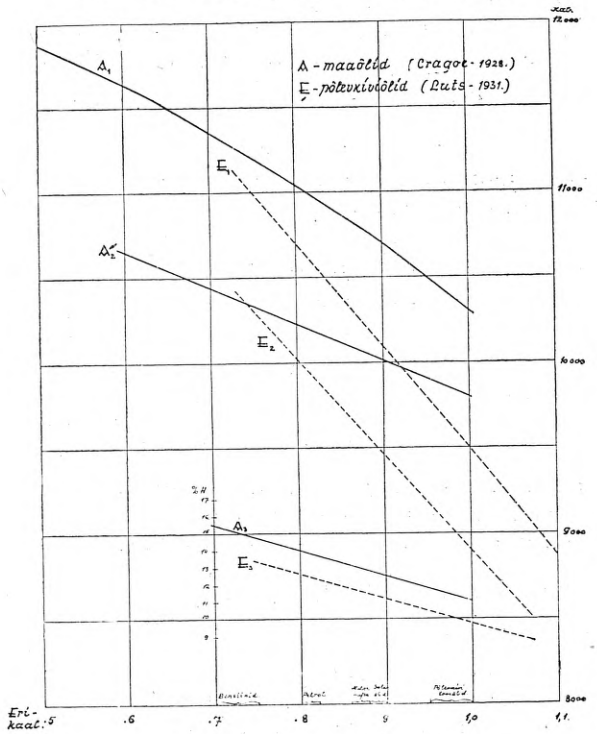
$$K = Q - 54H.$$

Kolmas paar joone joonisel, nimelt A_3 ja E_3, näitavad vesiniku sisaldavuse % õlis. Ka need jooned on Ameerika õlidele ja Eesti põlevkiviõlidele lahkuminevad, esimestele Craqoe järele

$$H = 26—15\ \gamma\ \%\ .\ .\ .\ .\ (A_3)$$

ja teistele Lutsu järele

$$H = 24—14{,}3\ \gamma\ \%\ .\ .\ .\ .\ (E_3)$$



Joon. 1. Õlide graafilised karakteristikad.

Seda diagrammi võib kasutada esialgsetel arvestustel, kui õli kohta on teada ainult erikaal ja päritolu (viimane on väga tähtis).

Jooned on maksvad kõigi õlide ja nende fraktsioonide kohta, erikaaluga 0,6 kuni 1,05, s. o. eeter bensiinist rasketeni (krakkimise) jäänusteni.

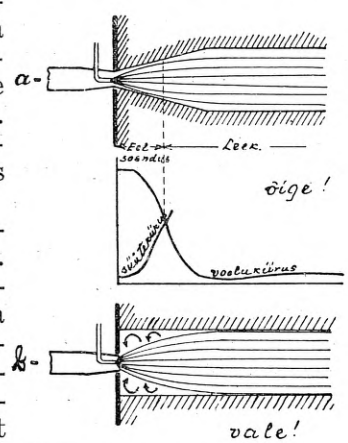
III. Õli põletamine koldes. Esialgu oli õli põletamine koldes väga primitiivne, nimelt põletati õli lahtistes nõudes, mis oli asetatud koldesse, või õli torust tilkus või voolas peene joana hõõguvatele šamottkividele, kusjuures risti õli suunale juhiti põlemiseks tarvilikku õhku. Viimane põletamise viis on veel praegu tarvitusel sepääside juures, näiteks Kohtlas. See viis on kõlbulik ainult väikestele kolletele.

Aurukatelde juures on tarvitusele võetud õli mehaaniline pihustamine sellekohaste pihustite abil.

Niisugusel õli põletamisel on järgmised paremused: 1) pihustatud õli seguneb hästi õhuga (udukujuliselt), mille tagajärjeks on suitsuta põlemine, 2) võimalus täpselt reguleerida õli juurdevoolu pihustile vastavalt katla koormatusele, mis annab koldele „paenduvuse" ja kütteaine kokkuhoidu, sest välditakse liigse kütte andmist.

Õli põlemiseprotsessi selgitamiseks koldes kasutame joon. 2, millel on näidatud kolde eesosa[2]).

Kolde eesosa ristlõike suurenemisega õli aurude ja õhu segu voolukiirus väheneb pidevalt, süütekiirus vastupidiselt tõuseb õli kuumenemise tagajärjel kuu-



Joon. 2. Õli põlemise skeem koldes.

[1]) „Tehnika Ajakiri" 1932. a. nr. 1.

madest koldeseintest. Alul peab segu vooluki i rus ületama süütekiirus e. Leek ei tohi algada otsekohe pihusti suudmel, vaid kaugemal, et õli aurudele anda võimalust hästi seguneda õhuga. Kolde eesosa selles põiklõikes, kus mõlemad kiirused on võrdsed (diagrammil kiiruste kõverjoonte lõikepunkt), algab leek. Kui ei jatku loomulikust tõmbest segule tarviliku kiiruse andmiseks koldes, tuleb tarvitada kunstlikku tõmmet. Kolde eesosa koonusline kuju „a" all joon. 2 on tarvilik, materjaliks on kõlbulik ainult šamott, kuna vastasel korral, „b" all joon. 2, võime saada koldes surnud nurgad, mis peale gaaside kahjuliku jahutamise, mõjutavad veel rahulikku põlemist. Sissekütmine on sarnasel korral raskendatud.

Kolde eesosas, kus algab leegi tekkimine, kõik õliosakesed ei põle veel täiesti ära, vaid põlevad ainult väikseimaks tolmustatud osakesed, suuremad osakesed, jatkates teekonda koldes, põlevad ära järk-järgult. Kõrge temperatuuri tõttu koldes lagunevad välja esialgu kerged ja siis raskemad lenduvad ained, ning jääb järele osakene koksi, mis võib põleda ühinemisel põlemisgaasides leiduva vaba hapnikuga. Tähelepanekud näitavad aga, et kui õli tilk enne lõpulikku äraaurutamist ja põlemist langeb kolde seinale, ei põle sellest tekkiv koksi osakene, ka tarviliku õhu juuresolekul, vaid tekib koksi pesa, mis kasvab ja mida tuleb vahetevahel kõrvaldada. See nähe ei ilmne nii sagedasti kütmisel maaõliga, kui põlevkiviõliga ja Saksamaal pruunsöest saadava tõrvaõliga (Teeröl). Koksi suurema kogu tekkimise vältimiseks on tarvilik: 1) õli pihustamine võimalikult väikesteks osadeks, mis kiiremini lõpulikult ära põleksid, 2) koldele küllaldase pikkuse andmine.

Kolde mahu ja kuju määramine on tähtsamaid küsimusi, mille lahendamiseks võib lähtuda mitmest seisukohast. Tõenduseks, et kolde maht on olenev peale põletatava õli hulga veel pihustamise intensiivsusest, olgu toodud järgmine lihtkujuline arvutus.

Õli osakese, mille läbimõõt d, põletamiseks on tarvilik aega t, mida arvutuses loeme proportsionaalseks õli osakese läbimõõdule vastavalt valemile $t=c_1 . d$, kusjuures c_1 on konstantne suurus. Teekond s, mida peab läbistama kiirusega v õli osakene põlemise algusest täieliku põlemiseni, on $s=v . t=v . c_1 . d$. Kui kolde põiklõige on f, siis ajaüksuse vältel on põlenud õli hulk $Q=f . v . c_2$, kusjuures c_2 on teine konstantne suurus. Kolde maht V, milles õli hulk Q lõplikult ära põleb,

$$V=f . s=f . v . c_1 . d=Q . \frac{c_1}{c_2} . d$$

$$V=f(Q, d).$$

Oletust $t=c_1 . d$ ei saa lugeda küllalt täpseks. Kuid toodud arvutuse põhjal võime teha siiski üldise järelduse: *Kolde maht peab olema seda suurem, mida suurem on põletatav õli hulk, ja seda väiksem, mida vähemad on õli osakesed, s. o. mida intensiivsem on pihustamine.*

Kolde mahu praktiliseks arvuliseks määramiseks toodud valemid ei kõlba, sest on teadmata c_1 ja c_2 suurused, ja kolde mahu määramiseks kasutatakse teisi meetodeid.

Esimene ja lihtsaim reegel nõuab, et kolde soojuse koormatus, praeguste kollete ja pihustite konstruktsioonide juures, ei tohi ületada 500.000, maxim. aga 600.000 kcal 1 m³ kolde mahu kohta tunnis. Ületades viimase arvu, väheneb katla kasukraad algava puuduliku põlemise tõttu. Järgnevalt toodud näitest selgub, et sagedasti ei suudeta koormata kollet 0,5 miljoni kaloriga.

Teine reegel prof. Grum-Gržimailo järele nõuab, et kolde maht peab vastama gaaside mahule, mis on tekkinud põlemisel 1—2 sekundi vältel. Teiste sõnadega, põlemise aeg peab olema vähemalt 1 sekund, kuid on soovitatav, et see aeg oleks pikem.

Lähtudes teoreetilistest arutlustest, tuleb eelistada viimast reeglit, kuid siis ei saa mööduda põlemiseks tarvismineva õhu ja põlemisproduktide arvutustest.

Arvutuse skeem. Hapniku maht m³, mis on tarvilik 1 kg õli täieliseks põletamiseks 0° ja 760 mm Hg juures, määratakse valemist

$$O_{min.} = \frac{22,4}{12} c + \frac{11,2}{2} h + \frac{22,4}{32} s - \frac{22,4}{32} o =$$

$$= \frac{22,4}{12} c \left(1 + 3 \frac{h_d}{c} + \frac{3}{8} \frac{s}{c}\right) = \frac{22,4}{12} c . \sigma .$$

kus c, h, s ja o — vastavad elemendid õli elementaar analüüsis %%-des;

$$h_d = h - \frac{o}{8}$$ disponiiblne vesinik;

$$\sigma = 1 + 3 \frac{h_d}{c} + \frac{3s}{8c}$$ kütteaine karakteristik.

Eesti põlevkiviõli keskmise koostise juures: c=83,1; h=10,5; o=5,8 ja s=0,6 leiame, et

$h_d = 0,09775$ ja $\sigma = 1,3557$.

Ülaltoodud õli elementaaranalüüsi juures on teoreetiliselt põlemiseks tarvismineva õhu maht

$$L_{min} = \frac{100}{21} O_{min.} = \frac{100}{21} . \frac{22,4}{12} . c . \sigma = 10,0 \text{ m}^3/\text{kg},$$

0^0,760 mm Hg.

Kuna aga õlikolded võivad töötada õhuülekaaluga 1,2—1,3, leiame

$L_0 = 12—13$ m³/kg, 0^0,760 mm Hg.

Õhu temperatuuri juures t^0 saame

$$L_t = L_0 . \frac{273 + t}{273} \text{ m}^3/\text{kg}, 0^0,760 \text{ mm Hg.}$$

Põlemisegaaside mahu arvestame valemist

$$V_g = \frac{c}{11,25} (21 + 100 \lambda c - 21 \sigma) + \frac{9h+w}{0,804} + \ldots$$

Järgnevad liikmed on nõndavõrd väikesed, et õlide jaoks võib nendest loobuda.

Juhul, kui $\lambda = 1,0$ ja vee sisaldavus w=0% leiame $Vg_{min.} = 10,64 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}, 0^0,760 \text{ mm Hg.}}$

ja = 1,25 korral

$$V_g = 13,15 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}, 0^0,760 \text{ mm Hg}}$$

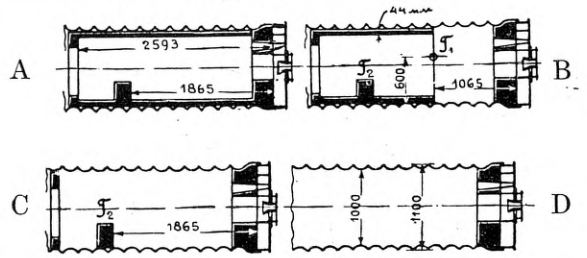
Need põlemisgaaside mahud on toodud selle auru hulgata, mis on tarvilik õli pihustamiseks.

[2]) O. A. Essich. Die Oelfeuerungstechnik. 1927.

Iga põletatud kg keskmise koostisega põlevkiviõli täielise põlemise juures annab temperatuuri juures 0° ümmarg. 13 $\frac{m^3}{kg,\ t^0,760\ mm\ Hg}$. Tegelik maht on märksa suurem, näiteks temperatuuri juures t=1000°C, nagu see koldes valitseb, on

$$Vg_{1000} = 13 \cdot \frac{273+1000}{273} = 61\ \frac{m^3}{kg}.$$

Oodatava temperatuuri esialgsel määramisel leegitoru kolletes, võib kasutada skemaatilisi visandeid antud joon. 3 ja tabelit 3, millesse on kantud prof. Kirschi Moskvas teostatud katsete tulemused, missugused on avaldatud tema raamatus „Aurukatlad".



Joon. 3. Leegitoru vooderdusviisid õlikütte juures.

Tabel 3.

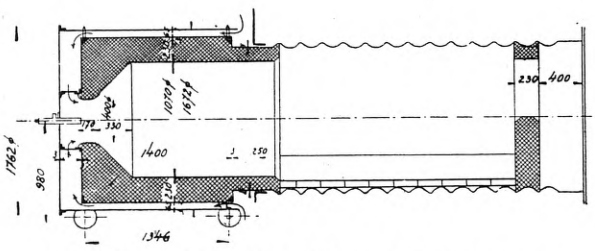
Gaaside temperatuurid ühe leegitoruga katla koldes ja suitsukäikudes kolde mitmesuguse vooderdusviisi juures.

Mõõtmise kohad	Kolde vooderdusviis joon. 3 järele			
	A	B	C	D
Koldes, keskmine	1350°	1220°	940°	900°
Leegitoru lõpul	765°	750°	710°	700°
Viimase suitsukäigu lõpul .	385°	385°	380°	380°

Katla üldine küttepind = 53 m²,
Leegitoru küttepind = 29 m²,
„ läbimõõt = 1000/1100 mm,
Naftat tarvitati B = 155 kg/tunnis.

Näide kodumaa praktikast käesoleval aastal.

Joon. 4. on toodud lokomobiili leegitoruline küttekolle, mis on ümberehitatud kivisöeküttelt õliküttele.



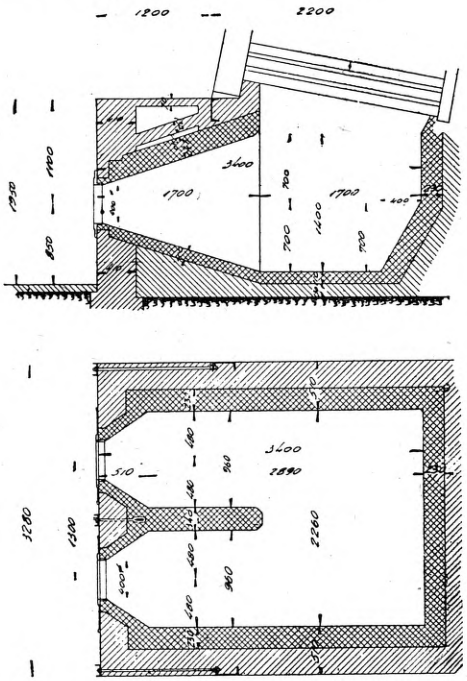
Joon. 4. Õlikütte kolle lokomobiili leegitorus.

Lokomobiili andmed: p=12 atü, H=80 m², aurutulk tunnis 2000 kg/h. Arvestades põlevkiviõli kütteväärtuseks 9000 $\frac{kcal}{kg}$, katla kasukraadiks 0,80 ja aurule antud soojuseks 700 $\frac{kcal}{kg}$, saame aurutusearvu $\frac{9000 \cdot 0{,}8}{700} = 10{,}3$. Õli pihusti töötab värske auruga. Arvestades praktiliste andmete järele pihusti aurutarvituseks ümmarg. 5% aurukatlas produtseeritud auru hulgast, leiame, et õli ühes tunnis läheb tarvis 205 kg/h ja gaaside maht 0°C juures $Vg_0 = 13{,}77\ \frac{m^3}{kg\ õli}$. Küttekolde temperatuuriks arvestame 1075°C ja seega gaaside maht küttekoldes on 68 $\frac{m^3}{kg\ õli}$. Ühe sekundi vältel saadakse gaase:

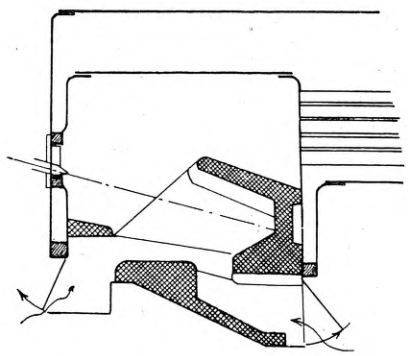
$$\frac{68 \cdot 205}{3600} = 3{,}8\ m^3.$$

Kuna kolde maht on ümmarg. 4,5 m³, siis „põlemisaeg" on $\frac{4{,}5}{3{,}8} = 1{,}2$ sekundit. Kolde soojusekoormatus on ühes tunnis $\frac{205 \cdot 9000}{4{,}5} = = 410000\ \frac{kcal}{m^3, h}$.

Teine hiljuti ehitatud kolle veetorukatlale on kujutatud joon. 5. Juhitakse tähelepanu selle kolde esiosale.



Joon. 5. Õlikütte kolle veetorukatla all.



Joon. 6. Veduri õlikütte kolle süsteem „Dragu".

Joon. 6 kujutab veduri kollet, nagu need on tarvitusele võetud Rumeenias.

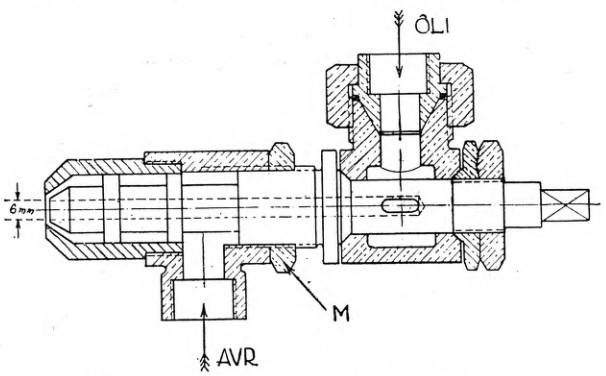
IV. Pihustite põhimõtted. Piiratud ruumi tõttu ei ole võimalik kirjeldada üksikasjalikult olemasolevate pihustite mitmekesiseid tüüpe. Toome siin ainult lühidalt pihustite ehitamise ja töötamise põhimõtted.

Õli peenendamiseks või udustamiseks kasutatakse: 1. katla auru, 2. komprimeeritud õhku, 3. õli survet.

Esimene pihustamise viis on kõige lihtsam ja kättesaadavam, kuna auru on alati olemas, väljaarvatud sissekütmise aeg. Esimesed sarnased pihustid võeti tarvitusele veduritel ja neid tarvitatakse ka sagedasti vabrikukatelde juures, kuna nad on üldse lihtsa ehitusviisiga ja seega nende valmistamine on võrdlemisi odav.

Pihustamiseks tarvisminev auruhulk oleneb pihusti konstruktsioonist ja koormatusest, s. o. õli hulgast, ja kõigub 0,3 kuni 0,7 kg auru 1 kg õli kohta; keskmiselt võib arvestada 0,5 kg. Kuna aga 1 kg põlevkiviõli aurutusearv on umbes 10 kg, siis võib lugeda, et keskmiselt pihusti tarvitab 5% katlas produtseeritud auruhulgast.

Joon. 7 on näitena toodud laialt levinud n.n. Schuhovi süsteemi pihusti, nagu neid valmistab firma Fr. Krull, Tallinnas. Mutriga „M" fikseeritakse auru läbilaskmise pilu pihusti suudmel. Pilu laius kõigub 1 mm lähedal; õliavaus määratakse õli hulga järele, alates $^1/_8$" õli jaoks 20 kg tunnis kuni $^5/_8$" 200 kg õlile.

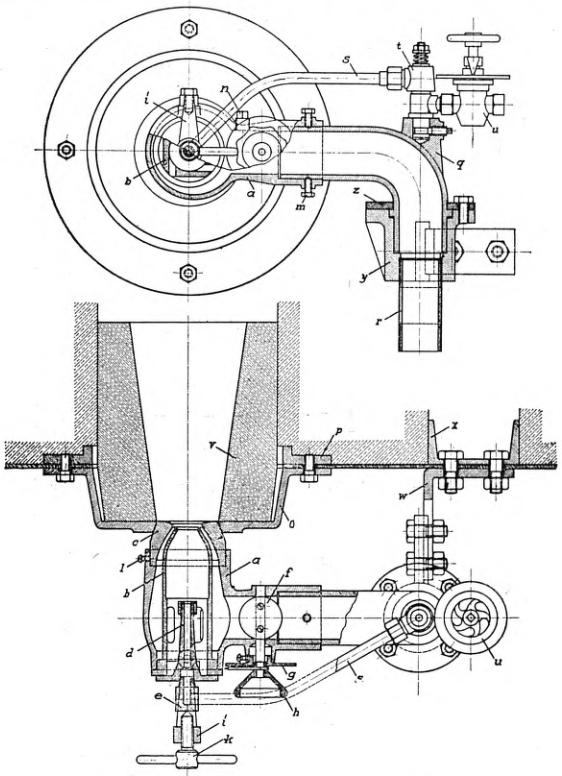


Joon. 7. Aurupihusti süsteem „Schuhov".

Teine pihustamise viis — kompromeeritud õhu abil — põhimõtteliselt ei erine palju esimesest ja seetõttu pihustite konstruktsioonis on võrdlemisi vähe muudatusi.

Õhu surve peab olema mitte alla 4 atü. Need pihustid võimaldavad väga head põlemist ja kõrget kolde temperatuuri, kuna puudub jahutava auru mõju. Nende pihustite „pikk ja tuline" leek nõuab koldele suurt pikkust. Leegitorudes võib neid tarvitada heade tagajärgedega, kui puuduvad n.n. Galloway torud. Komprimeeritud õhu ülesandeks on ainult õli udustamine ja põlemiseks tarvilik õhk tuleb juhtida eraldi, nagu seda ka tehakse aurupihustite juures.

Viimasel ajal on konstrueeritud ja ilmusid turule õhupihustid madala surve jaoks, umbes 400 mm veesammast. Sarnast survet suudab anda juba sepääsi ventilaator. Selle tüübiline pihusti firmalt K. Schmidt, Neckarsulm, on kujutatud joon. 8. Siin juhitakse k õ i k õ h k, mitte ainult pihustamise otstarveks,



Joon. 8. Madalsurve õhupihusti.

vaid ka põlemiseks, läbi pihusti koldesse. Sellega täidab pihusti ühtlasi õhu eelsoendaja ülesandeid. Sarnaste pihustite paremuseks kõrgesurveliste pihustite suhtes loetakse nende n.n. „pehme" leek, mis on lühem ja ühtlasi laiem ja järelikult ei ole nii palju seotud kolde kujuga, kui esimesed pihustid . Seda pihustit võib kolde avause eest kõrvale keerata šarniirühenduse tõttu. Seega on loodud v õ i m a l u s p u h a s t a d a p i h u s t i s u u d m e t k o k s i j ä ä n u s t e s t.

Kolmas pihustamise viis, kus õli juhitakse koldesse surve abil, omab teise viisi paremuse, s. o. puudub jahutava auru mõju ja annab samal ajal „pehme" ja „laia" leegi. Pihusteid, mis töötavad sarnasel põhimõttel, nimetatakse ka „tsentrifugaalseteks", kuna nende suudmed on varustatud keermetise kujuliste soontega, mille kaudu umbes 8 atü ja suurema surve all küllalt ettesoendatud õli juhitakse koldesse. Soonekeste tõttu, väljudes pihustist, ei paisata õli koldesse mitte otse pihusti telje suunas, vaid tiirlemise tõttu õli osakesed paisatakse ka kõrvale. Pihusti suudmel kaotab õli väljumisel momentaalselt surve, mille tõttu purunevad õli tilgad peenosadeks — uduks, missugused kisutakse kaasa koldesse juhitud õhuvooluga.

Seda süsteemi pihusteid valmistatakse harilikult suuremate koormatuste jaoks, mitte alla 50 kg kuni 350 kg õli tunnis. Sarnaseid pihusteid tarvitatakse, näiteks, sõjalaevadel. Sarnane pihustamisseade on võrdlemisi kulukas, kuna tuleb muretseda kõrgesurveline õlipump.

Kõigi kolme pihustamise viisi juures tuleb õli ette soendada. Mida kõrgem eelsoendus,

seda väiksem on õli sitkus ja seda kergemalt ja intensiivsemalt pihustub õli. Järelikult, seda parem on põlemine.

Õli soendatakse ette juba tarvitusmahutis, mis on asetatud katlaruumi 2—3 meetri võrra kõrgemale pihusti teljest. Mahuti ja pihusti vahel soendatakse õli teistkordselt temperatuurini, võimalikult lähemale süütetemperatuurile, kuni 80°C. Filter seatakse üles harilikult teistkordse soendusekoha lähedusse. Väga soovitatav on üles seada põlevkiviõli jaoks pihusti šarniirühendusega, mis võimaldab pihusti kõrvalekeeramist puhastuse tarveteks.

V. Õlikütte hind. Kuna ei ole stabiliseerunud turul põlevkivi õli hind, ei ole võimalik anda õlikütte täpset hinda.

Kütteainete hulk oleneb küttevääruste vahekorrast. Õlikütte juures suureneb veel katla kasukraad umbes 15% võrra. Arvestades kivisöe küttevääruseks 7000 $\frac{kcal}{kg}$ ja põlevkivi õli — 9000 $\frac{kcal}{kg}$, siis ühe ja sama auruhulga juures saame vahekorra:

$\frac{7000}{9000} \cdot \frac{1}{1{,}15} = 0{,}68$; teiste sõnadega, kaalu järele tarvitatakse õli umbes $^2/_3$ kivisöe hulgast.

See vahekord on õige ainult pideva tarvituse juures; sagedaste seisakute — kütmise katkestamise — korral õli paremused tulevad veel palju kujukamalt esile.

Ühes kohalikus vabrikus, milles viidi õliküttele suurem leegitoruline katel, on leitud, et 1 tonni auru küttekulu on kr. 4.16 kolde võrdlemisi soodsa töötamise juures ($CO_2 = 11 - 14\%$ ja $\frac{D}{B} = 9.75$) ja õli hinna juures 43 $\frac{kr}{to}$ franko vabriku hoov.

Jõu- ja soojusetarvitus piimatalitistes.

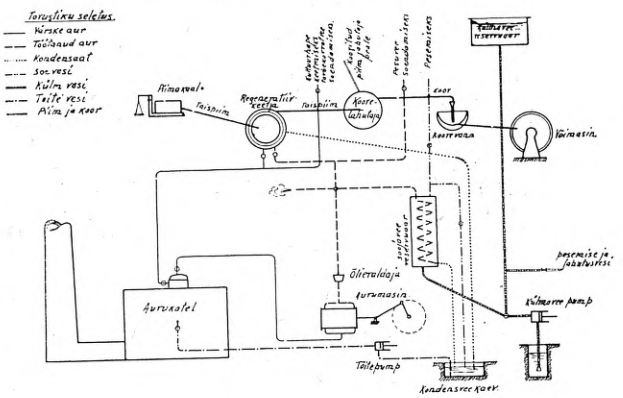
Dipl.-ins. H. Pfaff.

Meie piimatalitiste tööstusekulude vähendamise võimaluste selgitamiseks otsustas Eesti Tehniline Järelvalve Selts koos Üleriikliku Piimaühisuste Keskliiduga korraldada teatud piimatalitistes kütte-, soojuse- ning jõukasutamise proove. Proovide andmetel võiks koostada siis teatud normid soojuse- ja jõukulude kohta piimatalitises.

Esimene sarnane proov teostati 17. detsembril 1931. a. Tõhela piimatalitises Pärnumaal. Nimetatud piimatalitis läbitöötava piimahulga suhtes kuulub suuremate hulka Pärnumaal — piima läbikäik on üle ühe miljoni liitri aastas. Töötab see piimatalitis juba 1912. a. saadik, selle aja kestvusel järk-järgult suurendati ja uuendati seadet ja praegu on piimatalitis varustatud ajakohaste aparaatidega. Samuti on uuendatud aurukatel 1926. a. ning ehitatud uus kõrgem ja jämedam korsten 1931. a. Ainult aurumasin (vanadus teadmata) on tugevasti kulunud ja selle aurutarvitus I ind. hob.-jõu kohta on seetõttu haruldaselt kõrge — 43,5 kg/i.h.j. Käesoleval juhul sarnane suur aurutarvitus ei tee veel erilist suurt häda, kuna töötanud aur kasutatakse ära, igatahes täielikult piimakoorimise ajal. Teistes tööstuse ajajärkudes läheb töötanud aur küll suuremalt jaolt kasutamata õhku, sest soojavee reservuaar, millesse juhitakse spiraaltoru kaudu töötanud aur, on liiga väike, missugune nähe on piimatalitistes enam-vähem üldine.

Tõhela piimatalitises on ülesseatud „Paukš'i" süsteemiline aurukatel 15,57 m² küttepinnaga, ehitatud 10 atü aururõhule. Katelt toidetakse suuremal määral kondensvetega, missugused tulevad soojavee reservuaarisse asetatud spiraaltoru kaudu ja regeneratiivist (piimakeetjast), väiksem osa võetakse juurde soojavee reservuaarist. Jõuallikana on lamav ühesilindriline aurumasin, ehitatud „Robey" vabrikus, Inglismaal (ehituseaasta teadmata); masin on varustatud 2 lameda siibriga, normaal tiirude arv — 175, võime teadmata. Nagu juba ülal tähendatud, masin on tugevasti kulunud ja suure aurutarvitusega. Piimamasinad on järgmised: 1 koorelahutaja — võimega 3000 l/t., 1 regeneratiivkeetja — võimega 4000 l/tunnis ja võimasin üldmahuga 2000 liitrit.

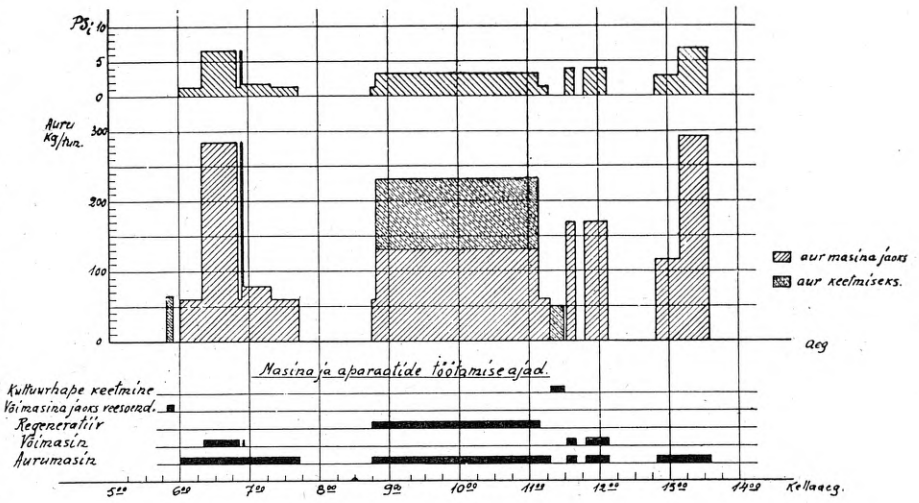
Tõhela piimatalitise skeem on toodud joon. 1.



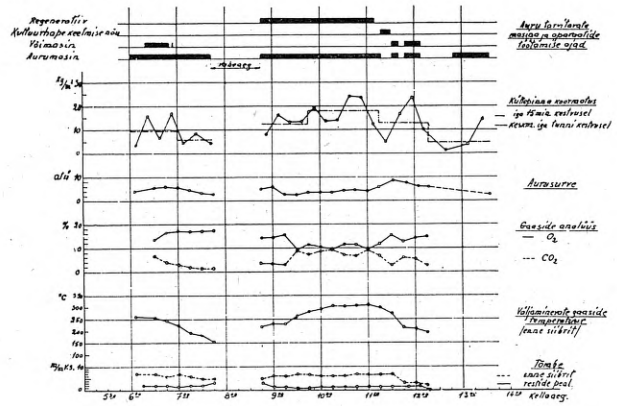
Joon. 1. Tõhela piimatalitise seade skeem.

Proovi päeval tööstusekäik Tõhela piimatalitises, nagu piimatalitistes harilikult, jagunes kolmeks perioodiks: 1) Vara hommikul, enne värske piima kohale jõudmist, löödi kokku võiks eelmisel päeval saadud umbes 680 l. koort, milleks kulus ära ½ tundi. Selle aja jooksul aurumasin jooksis kõige suurema koormatuse all —6,84 HJ; teiste tööstuse ajajärkude kestvusel koormatused olid palju väiksemad, välja arvatud ainult tööpäeva lõpul võimasina pesemisel, mil koormatus tõusis 6,72 HJ-le. Selle perioodi kogu kestvusel (kella 6^{00}—7^{45}) töötanud auru juhiti soojavee reservuaarisse vee soendamiseks, kuid reservuaari väikese mahu tõttu oli võimalik ära kasutada ainult umbes $^1/_3$ aurukogust. 80 kg saadud konden-

saati läks toiteveena katlasse. Ülejäänud osa auru voolas kasutamata ära. 2) Peale või kokkulöömist, kui kohale jõudis värske piim nõuetaval määral, algas 5066,5 kg piima pastöriseerimine (keetmine) ja koorimine, mis vältas 2 tundi 14 min., ja sel ajal aurumasinast väljunud töötanud aur, 312 kg, tarvitati täielikult ära piima keetmiseks, kusjuures tuli veel juurdegi anda värsket auru umb. 238 kg. Soojavee reservuaarisse auru sissepääs oli suletud. Regeneratiivist tulnud kondensaat, 550 kg, läks toiteveena katlasse. 3) Kolmandal perioodil keedeti kultuurhape, pressiti või ja algas piimamasinate lahtivõtmine ja üldine pesemine. Töötanud aur juhiti soojavee reservuaarisse, kuid sellest aurust suudeti kasutada ainult 28%. Saadud 70 kg kondensaati juhiti toiteveena katlasse, ülejäänud aur voolas kasutamata välja.



Joon. 2. Auru- ja jõutarvitus proovimise päeval.



Joon. 3. Andmeid katla tegevusest proovil.

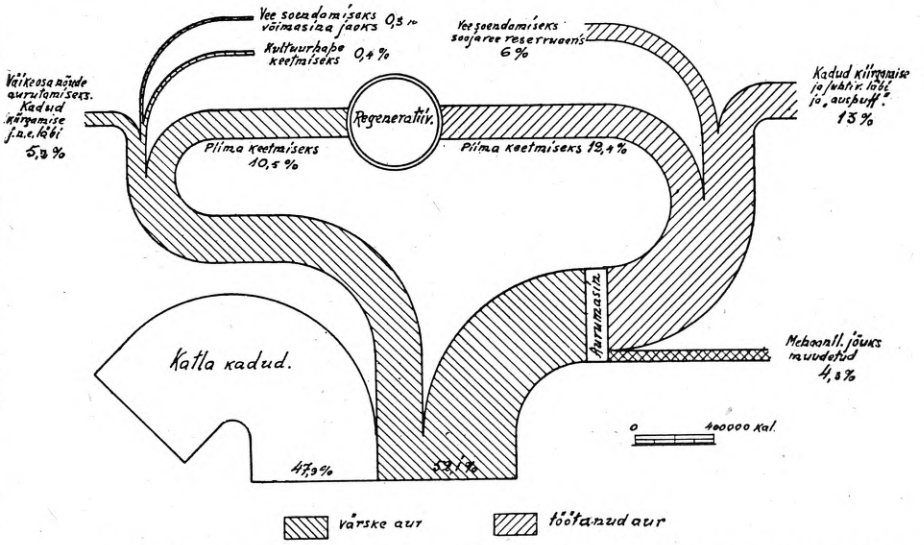
Andmed üksikutel ajajärkudel tarvitatud aruhulga ja jõu kohta on toodud joon. 2. Nagu näha, on aurutarvitus üsna kõikuv, ainult koorimise ajal see on võrdlemisi ühtlane, selle juures suur ja pikema vältusega.

Proovi üksikasjalised andmed on toodud alljärgnevalt tabeli kujul ja diagrammil (joon. 3.) ja joon. 4.

Tõhela piimatalitise soojuse- ja jõutarvituse proovi andmeid.

1) Aurukatla aurutisproov.

Proovi päev: 17. detsember 1931. a.
Aurukatla süsteem . . . . Paukš.
Ehitanud tehas . . . . . A/S. „Fr. Krulli" tehas.
Ehituse aasta . . . . . 1926. a.
Küttepind m² 15,57
Lubatud auru töörõhk atü 10
Küttekolde süsteem . . . . katla kere all harilikud plaanrestid.
Küttekolde restipind m² . . . . . 1,4×0,5=0,7
„ restipinna ja katla küttepinna suhe 1:22,2
„ restide elavpind m² 0,284
„ „ elavpinna ja kogupinna suhe 1:2,5
Korstna tüüp . . . . . müüritud, silindriline
„ kõrgus m 18
„ läbimõõt m 0,65
„ ülemine lõikepind m² 0,33
Suitsukanali mõõdud siibri juures m . . . . 0,5×0,3
Katla müüritise seisukord: rahuldav, ainult kolde ukse ümbrus oli vähe pragunenud, praod määriti kinni enne proovi algust.



Joon. 4. Regeneratiiv-seadega piimatalitises soojuse kasutamise skeem. Andmed Tõhela piimatalitise proovist.

Katla küttepinna seisukord:
Tulepoolt . . . . . tuletorud puhastati, nagu harilikult, tahmast enne sissekütmist. Kere küttepind oli puhastatud nädal varem.
Veepoolt . . . . . olemas kivi jälgi, rohkem liiva ja lima.

Tarvitatud kütteaine ja selle hind kohal . . . . . kasepuud, 72 sm pikad, lõigatud talvel 1930./31. a. Hind — Kr. 8.— j. süld.

Laboratooriumi andmed:

Algaine sisaldavus

niiskust %	33,8
tuhka %	0,3
põlevaineid % . . .	65,9

Veevaba aine elementaar analüüs

süsinikku C % . . .	49,0
vesinikku H % . . .	6,0
lämmastikku + hapnik. N+O % . . .	44,6
väävlit S %	0,029
tuhka %	0,4

Põlemisväärtus veevaba ainel kcal. 4750

Küttevääртus tarvitatud ainel kcal. 2927

Prooviaeg üldine . . . kella 4^{20}—13^{35}

Sissekütmise aeg . . . kella 4^{20}— 5^{49}; kestv. tundi 1,5

Kogu prooviaeg . . . kella 5^{49}—13^{35}

Kogu proovi kestvus (mahaarvatud vaheaeg 1 tund) . . . . . kestv. tundi 6,766

Kütteaine kulu sissekütmisel . . . . . kg 158

„ „ proovil . . . . . kg 456,5

„ „ keskm. 1 m² restipinna pealt tunnis . . . . . kg/m², t. 96,3

Veekulu proovil . . . . . kg 1162,5

Aurutatud vett . . . . . kg 1140

sellest kondensaati . . . . . kg 700

värsket vett soojav. res. kg 440

Aurutatud vett keskm. 1 tunnis . . . . kg/t. 169

„ „ „ 1 „ 1 m² kütte-pinna pealt . . . . . kg/m², t. 11

Sama arvatud normaal aurule . . . kg/m², t. 10,35

Toitevee temperatuur proovil (keskm.) . . °C 60,3

Aurusurve keskmine . . . . . atü 4,84

Auru soojussisaldavus i" . . . . . kcal 659,9

Aurutissoojus i" — to . . . . . kcal 599,6

Kütteaine aurutisarv . . . . . kg/kg 2,55

„ „ norm. aurule 640 kcal kg/kg 2,39

Õhu temperatuur katlamajas (keskm.) . . °C 20,3

Korstnasse minev. gaaside temper. (keskm.) °C 244

„ „ „ CO_2 . . . . . % 5,4

„ „ „ O_2 . . . . . % 13,6

„ „ „ CO . . . . . % 1,4

„ „ „ õhu ülekaal . . λ 2,7

Tõmme restide peal (keskm.) . . . . mm v. s. 1,8

„ enne siibrit (keskm.) . . . . mm v. s. 5,7

Soojusebilanss arvutatud 1 kg kütteainele.

Kasutatud katlas soojust kcal 1525 . . % 52,1

Kaduma läinud:

a) korstnasse minevate gaasidega	„ 722 . .	%	24,7
b) mittetäielisest põlemisest	„ 503 . .	%	17,2
c) restidest läbikukkunud põlemata ained, kiirgamisest j. t.	„ 176 . .	%	6,0
Küttevääртus kcal	2927 . .	%	100

Auru tootmiskulud.

Kütteaine hind kohal: jooks. süld kr. 8.—

1 j. sülla kaal kg 1260

1 kg hind . . . . kr/kg 0,0064

1 tonni auru hind . . proovi kestvusel kr. 2.50 sissekütmisega kr. 3.32

1000 kg piima ümbertöötamiseks tarvitatud auru . . . kg 230

1000 kg piima ümbertöötamise küttekulud

proovi kestvusel kr. 0.58 sissekütmisega kr. 0.77

2) Aurumasina proov.

Prooviaeg üldine . . . . . kella 6^{00}—13^{35}

Proovi kestvus I perioodil . . . . . tundi 1,716

„ „ II „ . . . . . „ 2,55

„ „ III „ . . . . . „ 1,234

Kogu töötamise kestvus . . . . . „ 5,5

Keskmine aurusurve I perioodil . . atü 4,7

„ „ II „ . . „ 4,7

„ „ III „ . . „ 6,3

Masina keskm. tiirude arv minutis . . 171

	keskm. HJi	maksim. HJi
Masina indits. jõu I periood	6,54	6,84
„ „ „ II „	3,03	3,07
„ „ „ III „	4,35	6,72

Masina mehaanil. töö I perioodil HJi/tundi 5,20

„ „ „ II „ „ 7,37

„ „ „ III „ „ 5,63

„ „ „ kogu tööt. kestv. „ 18,20

Aurutarvitus I perioodil . . . . . kg 227

„ II „ . . . . . „ 321

„ III „ . . . . . „ 246

„ kogu töötamise kestvusel . . . „ 794

1 ind. hob.-jõu aurutarvitus tunnis . . . kg/tun. 43,5

1000 kg piima ümbertöötamiseks kulub mehaanil. jõudu . . . . . i. h. j/tundi 3,6

3) Piimamasinate proov.

Piimamasinate töötamise aeg . . . . kella 8^{45}—11^{09}

„ „ kestvus . . . tundi 2,4

Vastuvõetud ja ümbertöötat. piima hulk kg 5066,5

„ piima keskm. algtemperat. °C 6,25

Piima keskm. keetmise temperatuur . . °C 80,4

„ „ temperatuur regeneratiivist väljumisel . . . . . °C 57

	Värske aur kcal	Töötanud aur kcal
Täispiima keetmiseks tarvitatud	140000	165500
Kultuurhappe soendamiseks	5600	—

Piimatalitise soojusseade üldbilanss.

Arvutatud katlast väljunud aurule.

Aurumasinas kasulikult tarvitatud soojusehulk . . . . . kcal	57250	%	8,2
Aparaatides kasulikult tarvitatud värske auru soojusehulk			
a) Piima keetmisel kcal. 140000			
b) Kultuurhappe soendamisel . „ 5600			
c) Võimasina pesuvee ettesoendamisel . . . „ 4020	„ 149620	%	21,5
Aparaatides kasulikult tarvitatud töötanud auru soojusehulk:			
a) Toitevee soendamisel soojavee reservuaaris kcal. 79500			
b) Piima keetmisel „ 165500	„ 245000	%	35,1
Kaduma läinud (kiirgamise ja juhtivuse läbi ja kasutamata õhku)	„ 245130	%	35,2
Katlast väljunud soojusehulk kcal	697000	%	100

Arvutatud kütteainele.

Üldine kasulikult tarvitatud aurusoojuse hulk				
a) Aurumasinas	kcal	57250		
b) Aparaatides värsket auru	„	149620		
c) Aparaatides töötanud auru	„	245000 kcal	451870	% 33,7
Üldised kaod kogu seades . . .	„		851580	% 66,3
Proovi kestvusel kütteainest saadud soojusehulk	kcal		1336200	% 100

1 kg piima ümbertöötamiseks tarvitatud soojusehulk.

Proovi kestvusel	kcal	264
Kogu proovi kestvusel (ühes sisseküt.)	„	355

Nagu ülaltoodud tabelist näha Tõhela piimatalitise küttekulud on võrdlemisi väiksed, eriliselt on madal n.n. spetsiifiline soojusetarvitus, s. o. see soojuse kogu kalorites, mis tarvis on ühe kilogrammi piima ümbertöötamiseks. Käesoleval juhul on see 264 kcal/kg, arvestades masinate töötamise ajal tarvitatud soojusega, ja 355 kcal/kg, arvestades ühes sisseküt mise juures tarvitatud soojusega. See arv on kindlasti veel väiksem kevadel ja suvel, kui piimahulk suurem ja töö piimatalitises käib iga päev. Saksamaal piimatalitistes sarnaste seadete, võrdse piimahulga ja ühesuguse töötamise viisi juures see soojusetarvitus on 380—1500 kcal/kg.

Võrdlemisi hea spetsiifilise soojusetarvituse peale vaatamata paistab siiski silma, et soojusmajandus Tõhela piimatalitises ei ole nõuetaval järjel ja jätab veel palju soovida. Esiteks, katla kütmine on võrdlemisi halb — suur õhuülekaal, madala põlemise temperatuuri tõttu küttekoldes söeoksüüdi tekkimine — järeldus, katla võrdlemisi madal kasukraad ja suured soojuse kadud korstna kaudu. Teiseks, ei ole nõuetaval määral lahendatud töötanud auru soojuse kasutamise küsimus. Kolmandaks, aurukandvad torud, eriti värske auru jaoks, ja soojavee reservuaar on isoleerimata.

Selle piimatalitise soojusmajanduse parandamiseks leidub palju võimalusi. Esijoones tuleb tingimata muuta katla kütmise viis, et saavutada paremat põlemist, kõrget temperatuuri küttekoldes, kadude vähendamist ja tõsta seega katla auruandi. Saavutada seda ei ole kuigi raske, oleneb see peaasjalikult kütjast enesest. Siin juures peab aga tähendama, et üldiselt piimatalitistes katla kütmine lonkab, mitte üksi kütja lohakuse või asjatundmatuse tõttu, vaid põhjuseks on ka personaali küsimus. Eestis on ainult üksikutes piimatalitistes eri katlakütja, kes valvab siis ühtlasi ka aurumasina järele. Suuremas osas piimatalitistest kütma peab meier ise või tema abiline, kellel on aga rohkesti muid otsekoheseid töid piimatalitises (suuremal jaol kõne all olevas suuruses piimatalitistes on 3 tööjõudu). Olukord kujuneb sarnasena, et tööde rohkuse tõttu katla eest hoolitsemine tööajal on meieril või tema abil nagu kõrvaline ülesanne. Meier tõttab katla juure ainult hädatarbe korral, pikkade vaheaegade järele, tihti tuli on kustumas või restid igatahes võrdlemisi paljad ja vesi katlas on langenud, tihti alla normi, et siis küttekollet liigselt kütteainega täita ja kiirendatud tempoga katelt ülestoita. Sarnane kütmiseviis iseenesest mõista ei või anda häid tulemusi. Pearõhku meier paneb ikka piimamasinatele, et saada kõrgema kvaliteediga saadusi.

Edasi tuleb suuremat rõhku panna töötanud auru soojuse võimalikult täielisele kasutamisele vee eelsoendamiseks mitmesuguseks otstarbeks. Näiteks, ülesseada soojavee reservuaar suurema mahuga ja nõuetele vastava spiraaltoruga. Samuti tuleb ära kasutada piimajahutajast tuleva jahutusvee soojust, missugune ei ole sugugi nii väike ja mis praegu täielikult kasutamata ära jookseb. Aurutorud ja soojavee reservuaar tulevad tingimata isoleerida.

Nende esitiste täideviimine nõuab teatud ümberehitamist ja korraldamist, on seotud seega kuludega, missugused tasuvad ennast võrdlemisi lühikese aja jooksul.

Lõpuks ei ole küllalt hästi korraldatud töötamise režiim. Piima juuretoimetamist tuleb nii organiseerida, et piima oleks juba küllalduses või tegemise lõpul, ning et siis võiks kohe üleminna värske piima ümbertöötamisele masinate seisakuta. Tihti tuleb ette masinate seisakuid, nagu proovipäevalgi. Missugused kahjud selle läbi tekivad, on selge.

Märkmeid isoleerimistehnika alalt.

Dipl.-ins. V. Veelmann.

1. Majanduslikult kasulikuima isoleerkihi määramine. Üldiselt on teada, et mida paksema kihiga isoleerime mõnda keha, seda väiksemad on selle keha soojuskadud. Valemitest isoleeritud tasapindade[1]) ja torudi [2]) soojuskadude määramiseks leiame, et lõpmata paksu isoleerkihi korral soojuskadud võrduvad nulliga. Kui paksult aga tuleb tegelikult isoleerida, näitab puht majanduslik kalkulatsioon.

Kuna isoleerkihi kasvamisega soojuskadud pidevalt vähenevad, kasvab aga samal ajal võrdselt või koguni kiiremalt seade isoleerimise hind. Seade isoleerimisesse mahutatud kapital — s. o. protsendid ja amortisatsioon — ühes kaotsiläinud soojuse hinnaga omavad miinimumi teatud isoleerkihi juures, mille juures on ka minimaalsed aastased kogukulud ja missu-

[1]) $Q = k \cdot F \cdot (t_1 - t_2) \frac{kcal}{h}$ (1), kus $\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$

[2]) $Q = \frac{\pi \cdot l \cdot (t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_i d_i} + \frac{1}{\alpha_a d_a} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_a}{d_i}} \frac{kcal}{h}$ . . . (2),

kus $d_a = d_i + 2\,s$.

gust kihti nimetame majanduslikult kasulikuimaks isoleerkihiks.

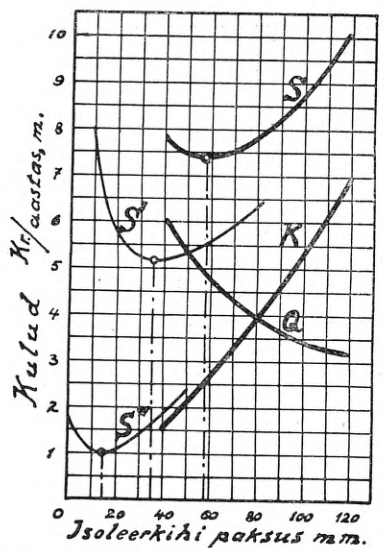
Kuna võrdsetel tingimustel soojuskadude väärtus (hind) — Q ja seade isoleerimise hind, resp. selle kapitali %% ja amortisatsioon — K olenevad ainult isoleerkihi paksusest s, siis võime kirjutada: $Q = f_1(s)$ ja $K = f_2(s)$, kus juures mõlema funktsiooni dimensiooniks on Kr./aasta ja isoleeritava eseme üksuse kohta, nimelt: torude juures 1 jooksva meetri ja seinte juures 1 ruutmeetri kohta.

$S = Q+K = f_3(s)$ — on seade kogukulu kroonides aasta ja eseme üksuse kohta.

Aastane minimaalne kogukulu — S min. on n.n. majanduslikult tasuva kihi juures ja analüütiliselt leiame selle kihi paksuse valemist:

$$\frac{dS}{ds} = \frac{d(Q+K)}{ds} = 0$$

Hõlpsamalt leiame majanduslikult kasulikuima isoleerkihi, kui tarvitame Gerbel'i[3]) graafilist meetodit.



Joon. 1. Aurutoru ja püstkatla majanduslikult kasulikuima isoleerkihi määramine.

Joon. 1. abstsissteljele on kantud isoleerkihtide paksus s ja ordinaattelje soojuskadude hind Kr./aasta ja üksuse kohta — kõverjoon $Q=f_1(s)$ — ja isoleerimisesse paigutatud kapitali protsentide ja amortisatsiooni summa — kõverjoon K — Kr./aasta ja üksuse kohta. Nende summat kujutab kõverjoon S, mille minimum asub 1. majanduslikult 2. kasulikuima isoleerkihi juures.

S — isoleerimise kogukulu näites 1. 3.
S'' — „ „ „ „
S' — „ „ „ „

Majanduslikult kasulikuima isoleerkihi määramine sünnib seega järgmiselt:

1. Määrame kindlaks antud keha — toru või seina — soojuskadud q kcal/tunnis, üksuse kohta antud isoleerimisviisi ja mitmesuguse kihi jaoks, mille piirides arvatavasti asub otsitav paksus.

2. Kui p on 10^6 kcal soojuse hind kroonides ja h on tundide arv aastas, mille jooksul seadet kasutatakse, siis saame mitmesuguse kihi jaoks aasta jooksul kaotsiläinud soojuse hinna

$$Q = \frac{q \cdot h \cdot p}{10^6} \quad \frac{\text{Kr.}}{\text{aasta, üksus}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

3. Kui 1 m² pinna isoleerimise hind on P, siis leiame mitmesuguse isoleerkihi jaoks seade isoleerimisesse mahutatud kapitali igaaastase kustutussumma

$$K = \frac{c}{100} \cdot P \quad \frac{\text{Kr.}}{\text{m}^2\text{, aastas}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$ seinte isoleerimisel ja

$$K = \frac{c}{100} \cdot \pi \cdot d_a \cdot P \cdot \quad \frac{\text{Kr.}}{\text{j. m, aastas}} \quad (5)$$ torude isoleerimisel.

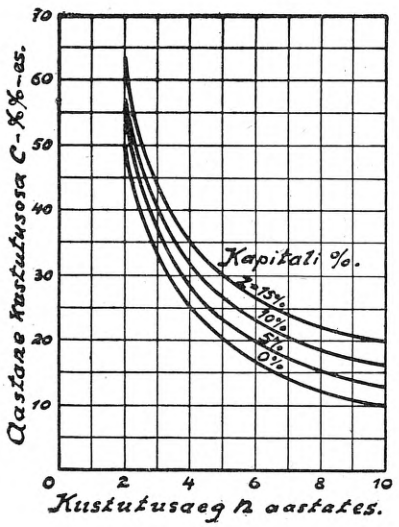
Kapitali amortiseerimise ja protsentide osa — c %%, antud amortiseerimisaja — n ja antud protsentide — z jaoks, leiame joon. 2. või valemist:

$$c = z \cdot \frac{\left(1+\frac{z}{100}\right)^n}{\left(1+\frac{z}{100}\right)^n - 1} .$$

Andmete puudumisel võib normaalse vastupidavusega isoleerimisel võtta c = 25 kuni 30%.

4. Iga isoleerkihi jaoks koostame summa

$$S = Q+K \quad \frac{\text{Kr.}}{\text{aasta, üksus}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$



Joon. 2. Kapitali kustutusosa, kui funktsioon ajast ja %%

See summa kujutab isoleeritud seade igaaastast kogukulu; väikseim summa osutab majanduslikult kasulikuimat isoleerkihti.

Ülaltähendatud arvutustega leitud Q, K ja S kanname teatud mõõtvahekorras joonisele 1 ja leiame kõverjoone S järele kasulikuima isoleerkihi.

Näide 1. Missugune on majanduslikult kasulikuim isoleerkiht ülekuumendatud aurutorustiku isoleerimisel tööstuses, kui on teada järgmised andmed:

toru väline läbimõõt d = 127 mm (ø 5" toru),
auru temperatuur = toru temp. = $t_1 = 320^0$
ruumi temperatuur $t_2 = 30^0$
isoleeraine soojusjuhtivuse arv = $0{,}06 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$ (magnesiit)
soojuse hind p = 5,30 Kr/10^6kcal,
toru on auru all h = 6000 $\frac{\text{tundi}}{\text{aastas}}$

1 m² pinna isoleerimise hind (töö + materjal)

Isoleerkihi paksus	Hind
s = 40 mm	P = 9,90 Kr./m²
50	11,80 „
60	13,70 „
70	15,50 „
80	17,30 „
90	19,10 „
100	20,80 „

[3]) M. Gerbel, Die wirtschaftlichste Stärke einer Isolierung. Berlin 1921. Verl. des V. D.J.

Isolatsiooni amortiseerimise aeg n = 5 aastat
Kapitali protsent z = 8% aastas.

L a h e n d u s.

Valmistame tabeli, mille lahtritesse kanname:

1. Rida isoleerkihte s, mille piirides arvatavasti asub majanduslikult kasulikuim kiht; käesoleval korral umbes 40 mm ja 100 mm vahel.

2. Toru soojuskadud q tunni jooksul 1 jooksva meetri toru kohta ülaltähendatud kihtide jaoks.

3. Soojuskadude hinna Q $\frac{\text{Kr.}}{\text{j. m, aastas}}$ valemi 3. järele.

4. 1 m² pinna isoleerimise hinnad P nimetatud kihtide jaoks.

5. 1 j. m. toru isoleerimise hinnad, korrutades 1 m² hinda P toru ümbermõõduga πd_a, kus d_a = toru väline läbimõõt + 2 × isoleerkihi paksus.

Isoleerkihi paksus s mm	1 jooksva m toru		Isoleerimise hind		Kapitali kustutussumma aastas K	Kogukulude summa aastas S=Q+K
	soojuskadud tunnis q	soojuskadude hind aastas Q	Kr/m²	Kr/j.m		
1	2	3	4	5	6	7
40	193	6,14	9,90	6,45	1,61	7,75
50	170	5,41	11,80	8,40	2,10	7,51
60	150	4,77	13,70	10,60	2,65	**7,42**
70	135	4,30	15,50	13,09	3,25	7,55
80	125	3,98	17,30	15,55	3,89	7,87
90	115	3,66	19,10	18,40	4,60	8,26
100	110	3,50	20,80	21,35	5,34	8,84

6. Igaaastase kustutussumma K, valemi 5. järele, kus juures joon. 2. leiame c; käesoleval korral c = 25%.

7. S u m m a Q + K = S.

Tabeli viimasest lahtrist leiame, et 60 mm isoleerkihi juures on minimaalsed aastakulud ja järelikult, kui lepime 1 cm astmeliste kihivahedega, see kiht on majanduslikult kasulikuim.

Kujutades väärtusi Q, K ja S graafiliselt kui funktsioone kihipaksusest, leiame täpsema kasulikuima kihi paksuse, nimelt umbes 18 mm.

Lõpuks pole huvituseta võrrelda ülaltoodud isoleeritud ja isoleerimata toru soojuskadusid. K. Wrede[1]) järele leiame, et käesoleval juhul isoleerimata toru ülalloetletud tingimustel aurusurve juures p = 12 atü ja aurukiiruse juures w=20 m/sek kaotab tunnis $q_0 = 2250 \frac{\text{kcal}}{\text{j. m, h.}}$

Majanduslikult asuva isoleterkihi juures, s = 60 mm, kaotab sama toru ainult $q = 150 \frac{\text{kcal}}{\text{j. m, h}}$, seega isoleerimisega on võidetud $q_0 - q = 2100 \frac{\text{kcal}}{\text{j. m, h}}$ ehk $\varepsilon = \frac{q_0 - q}{q_0} = .100 = \frac{2250-150}{2250} . 100 = 93\%$ isoleerimata toru soojuskadust.

N ä i d e 2. Missugune on majanduslikult kasulikuim isoleerkiht p i i m a t a l i t i s e püstkatla isoleerimisel, kui on teada järgmised andmed:

püstkatel „Nikanderi" süst., küttepinnaga 15 m²,
katla välispind F = 10 m²,
keskmine aurusurve katlas p = 6 atü, seega
„ auru ja vee temper. katlas $t_1 = 164^0$
„ ruumi temperatuur — $t_2 = 20^0$
isoleeraine soojusjuhtivuse arv = $0{,}06 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$ (magnesiit)
soojuse hind p = 6,00 Kr/10^6 kcal,
katel on auru all 270 päeva aastas à 7,4 tundi
h ≏ 2000 $\frac{\text{tundi}}{\text{aastas}}$
(sissekütmise aeg on võetud arvesse.)

1 m² pinna isoleerimise hind (töö + materjal):

Isoleerkihi paksus	Hind
s = 10 mm	4,50 Kr/m²
20	6,00
30	8,00
40	9,90
50	11,80
60	13,70

Isolatsiooni amortiseerimise aeg n = 4 aastat
Kapitali protsent z = 8% aastas.

L a h e n d u s.

Toimime näites 1. avaldatud meetodi järele ja leiame mitmesuguste isoleerkihtide kohta, mille piirides arvatavasti asub otsitav kasulikuim kiht, käesoleval juhul 10 mm ja 80 mm vahel, järgmised andmed:

1. Soojuskadud q $\frac{\text{kcal}}{\text{m², h}}$

2. Soojuskadude hinna Q $\frac{\text{Kr.}}{\text{m², aastas}}$ valemi 3. järele;

3. Isoleerimisesse paigutatud kapitali kustutussumma K $\frac{\text{Kr.}}{\text{m², aastas}}$ valemi 4. järele; joon. 2. leiame käesoleva juhu jaoks c ≏ 30%;

4. Summa Q + K = S.

Leitud andmete põhjal koostame järgmise tabeli:

[1]) *K. Wrede. Die Wärmeersparniszahl und der Wärmeverlust nicht isolierter Anlagen.* Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz, München, Heft 6.

Isoleerkihi paksus s mm	1 m² katlapinna: soojuskadud tunnis q	1 m² katlapinna: soojuskadude hind aastas Q	Isoleerimise hind Kr/m²	Kapitali kustutussumma aastas K	Kogukulude summa aastas S=Q+K
1	2	3	4	5	6
10	555	6,66	4,50	1,35	8,01
20	332	3,98	6,00	1,80	5,78
30	237	2,85	8,00	2,40	5,25
40	187	2,24	9,90	2,97	**5,21**
50	155	1,86	11,80	3,54	5,40
60	130	1,56	13,70	4,12	5,68
70	112	1,35	15,50	4,65	6,00
80	98	1,18	17,30	5,20	6,38

Tabeli viimasest lahtrist leiame, et minimaalsed kogukulud aastas on siis, kui isoleerime katla s = 40 mm paksu kihiga.

Väärtused S on kantud joon. 1. joonena S'. Graafiliselt leiame täpsemalt, et kasulikuima kihi paksus on 37 ÷ 38 mm (1½").

Kui tahetakse isoleerimisesse paigutatud kapitalis kokku hoida, siis võib valida 30 mm kihti, kuna aastased kogukulud on siis ainult veidi suuremad (ca 0,75% võrra) kui 40 mm kihi juures, kuid samal ajal hoiame kokku isoleerimisesse mahutatud kapitalis

$$\frac{9{,}90-8{,}00}{9{,}90}\cdot 100 = 19{,}2\%$$ võrra.

1 m² katla isoleerimata pinda ülaltähendatud tingimustes kaotab tunnis

$$q_0 = 2200 \text{ kcal};$$

isoleeritud aga 30 mm magnesiit kihiga kaotab samal ajal $q = 237 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}}$; seega isoleerimisega võidame $q_0 - q = 2200 - 237 = 1963 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}}$ ehk

$$\frac{q_0-q}{q_0}\cdot 100 = \frac{2200-237}{2200}\cdot 100 = 90\%$$ isoleerimata katla soojuskadudest.

Olgu tähendatud, et katlapinna kiirgamise tõttu kaotsiläinud soojusehulk ei olene katla küttepinna koormatusest, s. o. produtseeritud auruhulgast, vaid ainult aurusurvest, resp. auru ja vee temperatuurist, kiirgamispinna suurusest ja ajast, mille jooksul katel auru all.

Järelikult tuleb erilist tähelepanu pöörata sarnaste katelde isoleerimisele, mille küttepinnad on alakoormatud.

Näide 3. Missugune on majanduslikult kasulikuim isoleerkiht piiritusevabriku aurutorustiku isoleerimisel kui on teada järgmised andmed:

aurutoru väline läbimõõt d_i = 89 mm (3½" toru),
aurusurve torustikus $p = 4$ atü, millele
vastav aurutemperatuur $t_1 = 151^0$,
keskm. ruumi temperatuur $t_2 = 11^0$
isoleeraine soojusjuhtivuse arv $= 0{,}06 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$ (magnesiit)
soojuse hind $p = 5{,}00 \frac{\text{Kr.}}{10^6 \text{kcal}}$,
toru on auru all aastas 100 päeva à 6,5 tundi
$h = 650 \frac{\text{tundi}}{\text{aastas}}$,
1 m² pinna isoleerimise hind (töö ja materjal)

Isoleerkihi paksus	Hind
s = 10 mm	4,50 Kr/m²
20 „	6,00 „
30 „	8,00 „
40 „	9,90 „

Isolatsiooni amortiseerimise aeg n = 4 aastat
Kapitali protsent z = 8% aastas.

Lahendus.

Analoogiliselt näite 1. leiame soojuskadud, kadude väärtused, aastase kapitali kustutussumma ja aastased kogukulud mitmesuguste kihtide jaoks, mille piirides võib asuda kasulikuim kiht, käesoleval juhul 0 ja 40 mm vahel, ja koostame järgmise tabeli:

Isoleerkihi paksus s mm	1 jooksva m toru: soojuskadud tunnis q	1 jooksva m toru: soojuskadude hind aastas Q	Isoleerimise hind: Kr/m²	Isoleerimise hind: Kr/j.m	Kapitali kustutussumma aastas K	Kogukulude summa aastas S=Q+K
1	2	3	4	5	6	7
0	530	1,72	—	—	—	1,72
10	180	0,59	4,50	1,54	0,46	**1,05**
20	105	0,34	6,00	2,43	0,73	1,07
30	82	0,27	8,00	3,74	1,22	1,49
40	70	0,23	9,90	5,35	1,60	1,83

kust leiame, et antud tingimustes piiritusvabrikus majanduslikkudel kaalutlustel kasulikuimaks kihiks osutub 10 mm paks isoleerkiht.

Graafiliselt leiame aga täpsemalt (v. joon. 1, kõverjoon S"), et 14÷15 mm kiht on kasulikuim.

2. Soojuse levimine vertikaalsetes õhukihtides. Õhukihte tarvitatakse tehnikas osalt praktilistel või konstruktiivsetel põhjustel, osalt soojustehnilistel kaalutlustel. Näiteks, küttekolletes ja ahjudes õhukihid võimaldavad siseseinte paisumist välisseinte vigastamiseta ja pragunemiseta, kuna õhukihid hoonete seintes soodustavad kuivamist.

Sagedasti, õhu madala soojusjuhtivuse arvu tõttu, õhukihid kujutavad mõjuvat isoleerkihti, kuid siiski palju harvemalt kui üldiselt arvatakse. Soojuse levimise seadused õhukihtides on täpselt formuleeritud ainult viimasel ajal, toetudes peamiselt W. Nusselt'i ja E. Schmidt'i katsetele, millest selgus, et soojus õhukihtides levib peamiselt kiirgamise teel, väljaarvatud juhud, kus pindade kiirgamise koeffitsiendid ei ole eriliselt madalad.

Üldiselt on teada, et soojus levib kolmel viisil, nimelt: keha soojusjuhtivuse tõttu, konvektsiooni ehk õhu voolamise ja keha kiirgamise tõttu.

Olgu:

K_j $\frac{kcal}{m^2, {}^0C, h\ (tund)}$ — õhukihi soojusläbimineku arv, mis oleneb õhu soojusjuhtivusest;

K_v $\frac{kcal}{m^2, {}^0C, h}$ — õhukihi soojusläbimineku arv, mis oleneb õhu voolamisest ehk konvektsioonist;

K_k $\frac{kcal}{m^2, {}^0C, h}$ — õhukihi soojusläbimineku arv, mis oleneb õhukihti ümbritsevate pindade kiirgamisest,

s m — püst-õhukihi paksus

t_1 ja t_2 ^0C õhukihti piiravate pindade temperatuurid.

T_1 ja T_2 ^0C õhukihti piiravate pindade abs. temperatuurid.

C_1 ja C_2 $\frac{kcal}{m^2, h, (^0abs)^4}$ õhukihti piiravate pindade kiirgamisarvud.

$C_s = 4{,}96$ — „ — absoluut musta keha kiirgamisarv.

$t_m = \frac{t_1+t_2}{2}$ — õhukihi keskmine temperat.

λ_m $\frac{kcal}{m, h, {}^0C}$ — õhukihi soojusjuhtivuse arv keskmise temperatuuri t_k juures.

Püst-õhukihtide jaoks on leitud:

$$K_j = \frac{\lambda_m}{s} \frac{kcal}{m^2, h, {}^0C} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$K_v = 4{,}79 d^{0{,}62} \frac{kcal}{m^2, h, {}^0C} \quad \ldots\ldots (2)$$

$$K_k = c \cdot C \quad \ldots\ldots (3), \text{ milles}$$

$$c = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{t_1 - t_2} \quad \ldots\ldots (4) \text{ ja}$$

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_3}} \quad \ldots\ldots (5)$$

Üldine soojushulk, mis voolab läbi F m^2 pinna

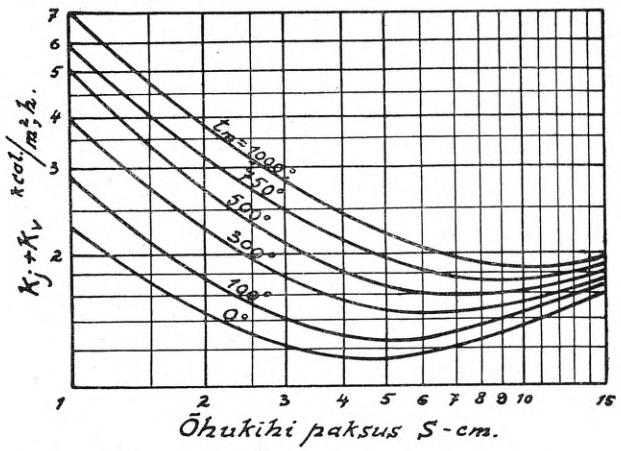
$$Q = (K_j + K_v + K_k) \cdot F \cdot (t_1 - t_2) \frac{kcal}{m^2, h} \quad \ldots (6)$$

c määramiseks valemi 4. asemel võib praktilisteks otstarveteks küllaldase täpsusega tarvitada järgmist lihtsustatud valemit

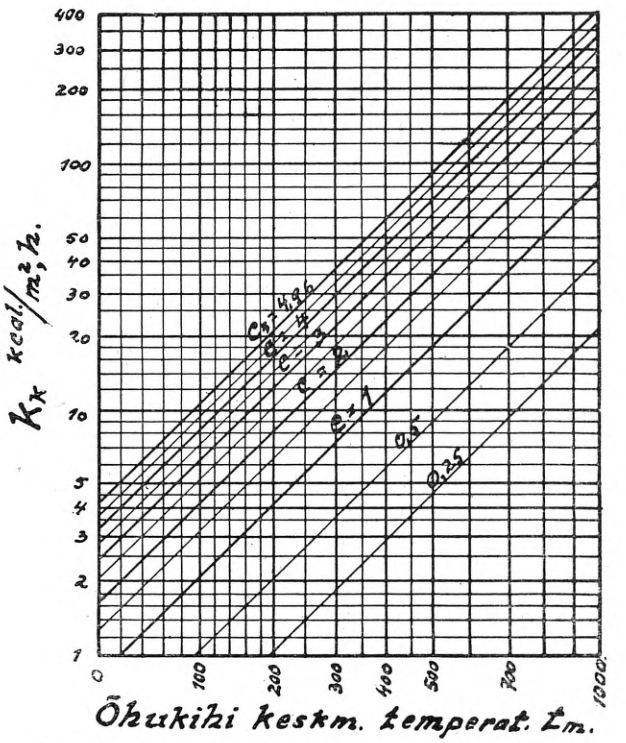
$c = 0{,}04 \left(\frac{T_m}{100}\right)^3$ . . . (7), kus T_m on õhukihi keskmine abs. temperatuur.

Et vältida tülikat arvutamist K_j, K_v ja K_m määramiseks, on toodud joon. 3. ja 4., kust leiame graafiliselt $K_j + K_v$ ja K_k ja analüütiliselt tuleb ainult kindlaks määrata pindade summaarne kiirgamise arv C valemi 5. järele.

Joon. 3. selgub, et 1) iga keskmisele temperatuurile vastab teatud kihipaksus, mille juu-



Joon. 3. Kj + Kv kui funktsioon õhukihi paksusest s ja kihi keskmisest temperatuurist t_m.



Joon. 4. Kk kui funktsioon kiirgamisarvust C ja õhukihi keskm. temperatuurist t_m.

res õhukihi juhtivusest ja konvektsioonist olenev soojusläbimineku arv on minimaalne; suurendades või vähendades selle kihi paksust suureneb $K_j + K_v$ — järelikult suureneb Q;

2) juhtivuse ja konvektsiooni osa õhukihist läbivoolava soojushulga peale avaldab üldiselt võrdlemisi väikest mõju.

Joon. 4. selgub, et kiirgamisarvu C ja õhukihi keskmise temperatuuri tõusmisel suureneb K_k võrdlemisi jõudsasti ja seega suureneb läbi õhukihi voolava soojushulk.

Et piltlikult selgitada õhukihtide omadusi soojustehnikas, on toodud alljärgnevad näited.

Näide 1. Katla küttekoldes valitseb $t_1 = 1200^0$ kuumus. Kolde seinad koosnevad järgmistest kihtidest: 250 mm šamottkivi, 60 mm õhukiht, 120 mm šamottkivi, 380 mm telliskivi. Kui suur on seinast läbivoolava soojuse hulk ja missugused temperatuurid on üksikutes kihtides, kui on teada järgmised andmed:

ruumi temperatuur $t_2 = 25^0$.

esimese šamottkihi soojusjuhtivuse arv . . . . $\lambda_1 = 0{,}9 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$

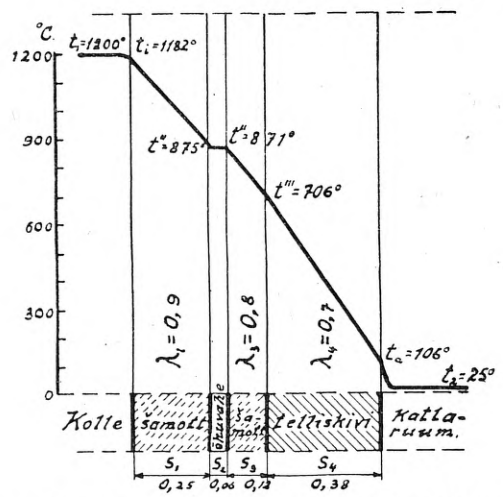
teise šamottkihi soojusjuhtivuse arv . . . . $\lambda_3 = 0{,}8$ „

telliskivikihi soojusjuhtivuse arv . . . . . $\lambda_4 = 0{,}7$ „

kogu soojusülemineku arv gaasidelt sisemisele seinale . . . . . $\alpha_i = 60 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, }^0\text{C}}$

telliskivist seinte kiirgamisarv

$$C_1 = C_2 = 4{,}6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, } (^0\text{abs})^4}$$



Joon. 5. Temperatuuride jaotus katla küttekolde seinas.

Kuna pole teada õhukihi keskm. temperatuuri t_m ja müüritise välispinna temperatuuri t_a resp. soojusülemineku arvu α_a välisseinast katlaruumi, siis oletame, et $t_m = 800 \div 900^0$ ja $\alpha_a = 13 \div 14$.

Kasutades valemit (5) C arvutamiseks, joon. 3. $K_j + K_v$ ja joon. 4. K_k määramiseks ja valemit

$$Q = K\,(t_1 - t_2) \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h}} \quad \ldots \quad (8), \text{ kus}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{1}{K_j + K_v + K_k} + \frac{S_3}{\lambda_3} + \frac{S_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_a} \quad \ldots (9),$$

läbi koguseina voolava soojushulga määramiseks, leiame peale kahe-kolmekordset katsetamist, et $t_m = 873^0$; $\alpha_a = 13{,}7 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, }^0\text{C}}$;

$$Q = 0{,}94\,(1200 - 25) = 1105 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h}}$$

ja kihtide temperatuurid.

Temperatuurid on kantud joon. 5., kust selgub, et õhukihis temperatuur langeb *ainult* 4^0 *võrra.*

Kui samas seinas õhuvahe on täidetud peenendatud šlakiga, mille soojusjuhtivuse arv $\lambda_2 = 0{,}25 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$, siis leiame, et seinast voolab läbi soojust $Q' = 900 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h}}$ ja kihtides on järgmised temperatuurid:

$t_i = 1185^0$
$t' = 935^0$ } 216^0
$t'' = 719^0$ }
$t''' = 584^0$
ja $t_a = 94^0$

Sarnasel korral endises õhukihis, mis nüüd täidetud šlakiga, langeb temperatuur 216^0 võrra endise 4^0 asemel ja müüritise soojuskadud on $\varepsilon = \frac{1105 - 900}{1105} \cdot 100 = 18\%$ võrra väiksemad kui õhukihi korral.

Näide 2. Katla suitsukäiku läbistavad gaasid temperatuuriga $t_1 = 600^0$. Katla müüritis koosneb järgmistest kihtidest: 270 mm telliskivi, 60 mm õhukiht ja 130 mm telliskivi.

Kui suur on müüritisest läbivoolava soojuse hulk ja missugused temperatuurid on üksikutes kihtides, kui on teada järgmised andmed:

ruumi temperatuuri $t_2 = 25^0$.

esimese telliskivist kihi soojusjuhtivuse arv . . $\lambda_1 = 0{,}7 \frac{\text{kcal}}{\text{m, h, }^0\text{C}}$

teise telliskivist kihi soojusjuhtivuse arv . . . $\lambda_3 = 0{,}6$ „

kogu soojusülemineku arv gaasidelt suitsukäigu sisemisele seinale . . . $\alpha_i = 40 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, }^0\text{C}}$

telliskivist seinte kiirgamisarv

$$C_1 = C_2 = 4{,}6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, } (^0\text{abs})^4}$$

Eelmises näites antud näpunäidete järele leiame, peale kahe-kolmekordset katsetamist, et õhukihi keskmine temperatuur $t_m = 269^0$;

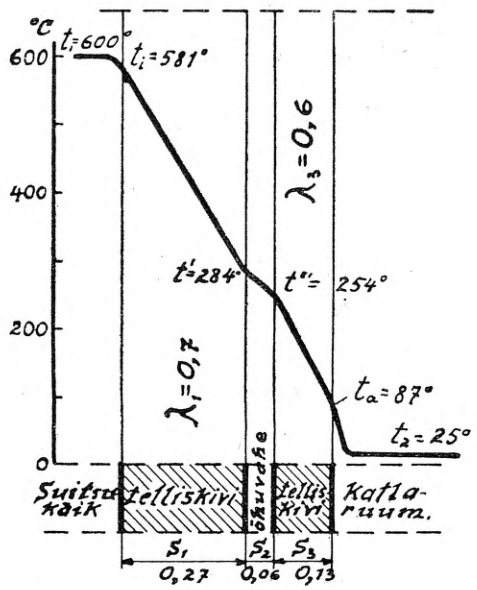
$$\alpha_2 = 12{,}7 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h, }^0\text{C}};$$

$$Q = 1{,}34\,(600 - 25) = 770 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{, h}}$$

ja kihtide temperatuurid.

Temperatuurid on kantud joon. 6., kust selgub, et käesoleval korral õhukihis temperatuur langeb 30^0 võrra.

Kui õhuvahe on täidetud peenendatud šla-



Joon. 6. Temperatuuride jaotus katla müüritises.

kiga, mille soojusjuhtivuse arv $\lambda_2 = 0{,}2$, siis leiame, et müüritise soojuskadu

$Q' = 567 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}}$ ja kihtide temperatuurid on järgmised:

$t_i = 586^0$
$t' = 368^0$ } 170°
$t'' = 198^0$ }
$t_a = 75^0$

Näeme, et endises õhukihis, mis nüüd täidetud šlakiga, langeb temperatuur 170° võrra, endise 30° asemel ja müüritise soojuskadud on

$$\varepsilon = \frac{770-567}{770} \cdot 100 = 26{,}5\%$$

võrra vähemad kui õhukihi korral.

Nendest näidetest selgub, et kõrgete temperatuuride ja kõrgete kiirgamisarvude (karedad ja tumedad pinnad) juures õhukihid ei kujuta mingisugust nimetamisväärset takistust soojuse läbiminekule.

Hoopis teistsuguse pildi saame, kui on tegemist madalate temperatuuridega ja väikeste kiirgamisarvudega.

Selleks näide 3.

Tinutatud raudplekist mahuti, mille $t_1 = 100^0$, on ümbritsetud alumiiniumplekist mantliga; õhuvahe $s = 3$ cm; ruumi temperatuur $t_2 = +20^0$. Tinutatud pleki kiirgamisarv $C_1 = 0{,}5$ ja alumiin.-pleki $C_2 = 0{,}35 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}, (^0\text{abs})^4}$ (välis- ja seestpoolt). Missugune temperatuur on mantli välispinnal ja kui suured on soojuskadud?

Käesoleval korral leiame, et mantli välispinna temperatuur $t_1 = 40^0$ ja soojushulk, mis läbistab õhukihi (soojuskadud)

$$Q = 102{,}5 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}}$$

Ilma mantlita mahuti kaotab aga

$$Q' = 585 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{h}};$$

seega õhukihi tõttu hoiame kokku

$$\varepsilon = \frac{585-102{,}5}{585} \cdot 100 = 82{,}5\%$$ võrra ja käesoleval korral õhk kujutab endast võrdlemisi häid isoleerkihti.

Katla toitevee pehmendusseade süsteemi valikust.

Dipl. ins. E. Toonekürg.

Katla toitevee pehmendusseade süsteem tuleb valida vastavalt toorevee omadustele ja katla töötamise tingimustele. Kuid tihti valitakse vee pehmendusseade süsteem vastavalt „moele", või otsus teatud pehmendusseade süsteemi valikuks langetatakse pärast teadete saamist selle üle, missuguseid tagajärgi see süsteem on annud juba tegevuses olevas „naabriseades" ilma, et oleks kontrollitud, kas „naabriseade" toorevee omadused ja katla töötamistingimused on samad, kui projekteeritavas seades. Sarnastel alustel vee pehmendusseadete püstitamist ei saa pidada otstarbekohaseks, ja pehmendusseade võib anda ainult juhuslikult häid tagajärgi.

Enne kui hakkame arutama, missugune pehmendusseade süsteem on antud toorevee ja katla töösurve juures kõige otstarbekohasem, tuletame meele mõnda nähtu ja olukorda, mida tuleb pidada silmas katelde ja pehmendusseadete juures.

Kuna pehmendus protsessi heaks kordaminekuks tuleb tooreveele kemikaale rohkem lisada juure, kui teoreetiliselt tarvis, ja pehmendusprotsessi tagajärjel tekivad toitevette osa katlakivi sünnitavate ainete asemele vees lahustuvad soolad, tõuseb katlas alatasa soolade kontsentratsioon, sest katlast viiakse ära auru näol puhast vett. Kõrge soolade kontsentratsioon kutsub esile katlavee vahutamise ja „veeviskamise", mis katlale ja aurutarvitusseadetele on kahjulik. Et vahutamist ja „veeviskamist" hoida ära, ei tohi lasta katlavee soolade kontsentratsiooni tõusta üle teatud piiri. Soolade kontsentratsiooni piir on tingitud katla konstruktsioonist ja spetsiifilisest aurukoormatusest. Näiteks Cornwall tüüpi katelde juures, kui aurukoormatus on normaalne, võib soolade kontsentratsioon tõusta kuni 2°Bé. Kõrge aurukoormatusega püstveetorudekatelde juures ei tohi tõusta soolade kontsentratsioon üle 0,3—0,8° Bé. Otstarbekohane on iga katla juures võimalik kõrgeim soolakontsentratsioon katlavees kindlaks määrata soolakontsentratsiooni ja auruniiskuse mõõtmisega.

Et hoida ära katlaplekkide sööbimist ja katlakivi tekkimist pehmendatud vee jäänuskalkusest, tuleb katlavesi hoida alkaalne. Alkaliteedi kriteeriumiks on „naatronarv" N_v, mis on defineeritud järgmiselt:

$$N_v \frac{Na_2CO_3}{4{,}5} + NaOH \text{ mg/l.}$$

Katlavees ei tohi naatronarvu lasta langeda alla

400 mg/l, ja ei ole soovitatav, kui naatronarv tõuseb üle 2000 mg/l.

Soovitatav on katlavee naatronarvu hoida alumise piiri 400 mg/l ligidal, sest kõrge naatronarv tekitab raskusi armatuuriga, veeseisuklaasiga ja tihendustega.

Kui tooresvett pehmendatakse zeoliit pehmendusseades, tekib mööduva kalkuse asemele naatriumbikarbonaat.

$$Na_2 . Ze + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaZe + 2NaHCO_3.$$

Naatriumbikarbonaat ei ole katlavees püsiv, vaid laguneb, ja katlavette jääb naatriumkarbonaat.

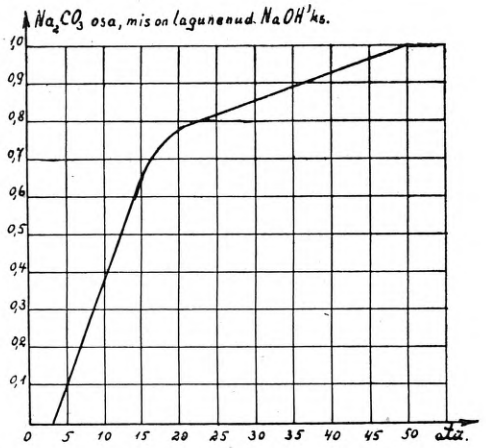
$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O.$$

Naatriumkarbonaat ei ole kõrgemate survete juures ka enam püsiv ja muutub osaliselt naatriumhüdraadiks. Kõrgema kui 50at surve juures võib katlavees püsida ainult naatriumhüdraat,

$$m\ Na_3CO_3 + n\ H_2O \longrightarrow 2\ n\ NaOH + n\ CO_2 + (m—n)\ Na_2CO_3$$

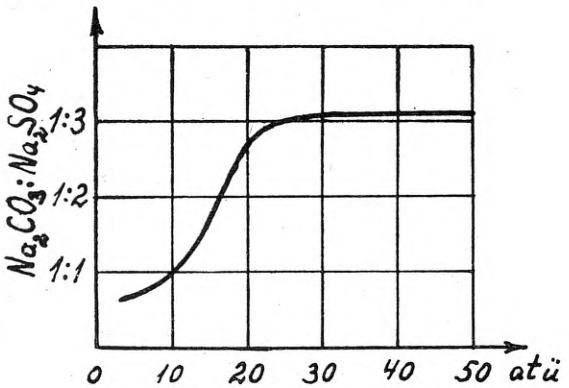
kusjuures $m \geqslant n$;

Sooda lagunemist katlavees NaOH-ks vastavalt katlasurvele, näeme joon. 1. Selle diagrammi väärtused on ainult ligikaudsed.



Joon. 1. Seebikiviks lagunenud soodaosa kui funktsioon katla survest.

Et hoida ära katlaplekke (peamiselt neetõmblusi) „alkaalirabedaks" muutumise eest, tuleb vastavalt katlavee alkaalisisaldavusele hoida teatud sulfaatsisaldavus, kusjuures kogu alkaaliteet tuleb arvata soodana (Na_2CO_3) ja kogu sulfaat glaubrisoolana (Na_2SO_4). Kui Ameerika „Boiler code'is"[1]) nõutud hüppelist soodasulfaat vahekorda üleskanda pideva funktsioonina katla aurusurvest, mis loomulikum, saame joon. 2.



Joon. 2. Sooda-glaubrisoola vahekord kui funktsioon katla survest.

[1]) A. S. M. E. Boiler Code.

Parr ja Straub leidsid, et alkaalifosfaat kaitseb samuti katlamaterjali „alkaalirabeduse" eest ja on 500 korda mõjuvam kui glaubrisool. Nii et naatronarvu juures 400—1000 mg/l on tarvis katlavees pidada ainult 4—10 mg/l $Na_3PO_4 . 10H_2O$, 1500—5000 mg/l Na_2SO_4 asemel.

Nende lühikeste eelmärkuste järele asume vaatlema üksikuid pehmendusseade süsteeme.

Lubja — sooda pehmendusseade. Lubja — sooda seades tarvitatakse mööduva kalkuse kaotamiseks põletatud lupja (enamasti küllastunud lubjavee näol) ja kaltsineeritud soodat. Reaktsioonid on pehmendajas järgmised[2]):

1) $Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 + 2H_2O.$

2) $CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$

Mööduv kalkus kaob veest ja tema asemele ei teki mingit teist lahustuvat soola. Jääva kalkuse asemele tekib ekvivalentne hulk glaubrisoola. Lubja-sooda pehmendusseadet on otstarbekohane tarvitusele võtta suure mööduva kalkusega vee juures. Madala jääva kalkusega vee juures saame väikese sooladesisaldavusega pehmendatud vee, ja katla „läbipuhe" ei ole suur. Kui tooresvesi sisaldab sulfaatkalkust, läheb katlasse sulfaatkalkusest tekkinud glaubrisoola, ja on rahuldatud soodaglaubrisoola vahekorra nõue. Lubja-sooda pehmendusseade varjukülg on, et see nõuab väga hoolsat järelevalvet, ja raskused tekivad kemikaalide dooseerimisega, iseäranis siis, kui toorevee kalkus on ajaliselt kiiresti muutuv. Õieti käsitatud lubja-sooda pehmendusseadega saadakse pehmendatud vett 0,8°S (°S — Saksa kalkuskraad) jäänuskalkusega.

Kui toorevee mööduv kalkus ei ole väga suur, ja katla töösurve on suurem kui umbes 8—10 at, on otstarbekohasem vee pehmendamiseks valida sooda — regeneratiiv pehmendusseade.

Sooda — regeneratiiv pehmendusseade. Sooda — regeneratiiv pehmendusseades tarvitatakse vee pehmendamiseks ainult soodat. Sooda kaotab toorevee jääva kalkuse. Mööduva kalkuse kaotamiseks juhitakse osa katlavett pehmendajasse tagasi. Katlavesi on alkaalne, sest katlavees tuleb hoida teatud „naatronarv". Diagrammist 1. näeme, et kõrgemate survete juures laguneb sooda seebikiviks. Katlast tuleb pehmendajasse niipalju vett juhtida, et katlavees leiduvast seebikivist jatkub toorevee mööduva kalkuse kaotamiseks.

Katlas laguneb sooda surve mõjul järgmiselt:

$$m\ Na_2CO_3 + n\ H_2O \longrightarrow 2\ n\ NaOH + n\ CO_2 + (m—n)\ Na_2CO_3.$$

Pehmendajasse juhitud katlavees leiduva sooda ja seebikiviga sünnivad pehmendajas järgmised protsessid:

$$n\ Ca(HCO_3)_2 + 2\ n\ NaOH \longrightarrow n\ CaCO_3 + n\ Na_2CO_3 + 2\ n\ H_2O$$

$$(m—n)\ CaSO_4 + (m—n)\ Na_2CO_3 \longrightarrow (m—n)\ Na_2SO_4 + (m—k)\ CaCO_3.$$

Et katlas alkaliteet ei langeks, tuleb katlasse pehmendatud veega jälle m Na_2CO_3 tagasi viia. Mööduva kalkuse n $Ca(HCO_3)_2$ asemele tekib pehmendatud vette n Na_2CO_3, et aga saada m Na_2CO_3 tuleb pehmendajasse lisada juure soodat (m—n) Na_2CO_3, s. o. see osa soodat, mis tarvitati jääva kalkuse kaotamiseks.

[2]) Et mitte kaotada ülevaatlikust pikkade keemiliste valemite läbi on siin ja edaspidi kogu mööduv kalkus arvatud kaltsiumbikarbonaat kalkuseks $Ca(HCO_3)_2$, kogu jääv kalkus on arvatud gipsiks $CaSO_4$. Sadestuvad ained on valemites alla kriipsutatud. Kõrvalreaktsioonid on valemitest välja jäetud.

Kui toores vees on $CaSO_4$ sisaldavus suurem, kui (m—n) $CaSO_4$, ütleme k $CaSO_4$, kusjuures k > (m—n), siis tuleb pehmendajasse lisada juure k Na_2CO_3. Katlaveega pehmendajasse toodud sooda võib kaotada (m—n) $CaSO_4$, kuid sellele kalkusele vastava (m—n) Na_2CO_3 — hulga peame ikkagi pehmendajasse lisama juure, sest muidu langeb katlavee alkaliteet. Sellest järgneb, et sooda-regeneratiiv pehmendusseades tuleb soodat lisada juure ainult jääva kalkuse kaotamiseks.

Koefitsientide m ja n arvuline suurus on sõltuv 1) katlasse tagasi toodud vee hulgast, 2) sooda hulgast, mis laguneb seebikiviks (aurusurvest) ja 3) naatronarvust. Igatahes peab n nii suur olema, et 2 n NaOH'st jätkub mööduva kalkuse kaotamiseks. Kuidas tegelik soodaregeneratiiv seade arvutamine sünnib, näeme pärast näidetest.

Kuna madalate survete juures sooda lagunemine seebikiviks on väike, tuleb pehmendajasse mööduva kalkusega vee pehmendamiseks väga palju katlavett tagasi juhtida, ja siis ei ole see pehmendusseade enam otstarbekohane. Madalate survete juures võib seisukorda sellega päästa, et sooda kõrval võetakse tarvitusele ka seebikivi. Regeneratiiv seade puudus seisab selles, et katlavee pehmendajasse tagasijuhtimisetorud kipuvad ummistuma.

Seebikivi pehmendusseade. Seebikivi veepehmendusseades tarvitatakse pehmendamiseks ainult seebikivi. Reaktsioonid on järgmised:

$$Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow \underline{CaCO_3} + Na_2CO_3 + H_2O.$$

Mööduv kalkus kaotatakse seebikiviga ja mööduva kalkuse asemele tekib vette sooda. Seda soodat kasutatakse jääva kalkuse kaotamiseks:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + \underline{CaCO_3}.$$

Seebikivi pehmendusseadet võib tarvitada vee juures, mille mööduv kalkus on 2—4° võrra suurem, kui jääv kalkus. Kui mööduv kalkus on palju suurem kui jääv, tuleb osa katlavett pehmendajasse tagasi tuua, ja sellega saame seebikivi — regeneratiiv pehmedusseade. Seebikivi pehmendusseade ei ole vastuvõetav vee jaoks, mille jääv kalkus on suurem kui mööduv kalkus. Kui jääv kalkus on mööduvast kalkusest suurem, tuleb pehmendajasse juurelisada peale seebikivi veel soodat, ja seade kujuneb seebikivi — sooda pehmendusseadeks.

Trinaatriumfosfaat pehmendusseade. Selles pehmendusseades tarvitatakse vee pehmendamiseks trinaatriumfosfaati. Missugused keemilised reaktsioonid selles pehmendusseades sünnivad, ei ole mitte kindlasti teada, kuid lihtsustatult võib neid reaktsioone ettekujutada järgmiselt:

$$3CaSO_4 + 2Na_3PO_4 \longrightarrow \underline{Ca_3(PO_4)_2} + 3Na_2SO_4$$

$$3Ca(HCO_3)_2 + 2Na_3PO_3 \longrightarrow \underline{Ca_3(PO_4)_2} + 3Na_2CO_3.$$

Mööduva kalkuse asemele tuleb pehmendatud vette sooda. Kui tarvitada lihtsat trinaatriumfosfaat pehmendusseadet, kasvaks katlas ruttu naatronarv ja soolade kontsentratsioon. Katlast tuleks suurel hulgal vett välja lasta, et mitte ületada lubatud naatronarvu. Et sellest pahest üle saada ja mööduvast kalkusest tekkinud soodat ära kasutada, juhitakse osa katlaveest erilisse eelpehmendusnõusse. Kuna katlas sooda laguneb osaliselt seebikiviks, sünnivad eelpehmendajas järgmised reaktsioonid:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + \underline{CaCO_3}$$

$$Ca(HCO_3)_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + \underline{CaCO_3} + H_2O.$$

Katlavett ei tohi tagasi juhtida trinaatriumfosfaat pehmendusnõusse. Selleks tuleb tarvitada erilist eelpehmendusnõud, sest trinaatriumfosfaat reageerib kiiremalt ja kaob pehmendusseadest. Lõpp-pehmendus sünniks ainult soodaga ja seebikiviga, ja trinaatriumfosfaadi, kui kalli aine, tarvitusele võtmisest ei ole mingit kasu. Õieti käsitatud trinaatriumfosfaat pehmendusseades saadakse vett 0,1°S jäänuskalkusega. Trinaatriumfosfaat pehmendusseadet on otstarbekohane tarvitada kõrgesurve katelde juures, kui toorevees on mööduv kalkus ülekaalus. Kõrgesurve katelde juures on sooda suurel osal või täiesti lagunenud seebikiviks. Reaktsioon $CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CaCO_3$ läheb noolega märgitud suunas ainult siis, kui sooda on ülekaalus, kuid kui Na_2SO_4 on ülekaalus ehk soodat üldse ei ole, võib reaktsioon areneda ka ümberpöördud suunas $Na_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + Na_2CO_3$, kusjuures tekkinud Na_2CO_3 kõrge surve juures kohe laguneb. „Boiler code'i" järele tuleb just kõrgete survete juures katlavees palju Na_2SO_4 hoida. Nii võib juhtuda, et katlavees muda näol leiduv $CaCO_3$ muutub $CaSO_4$-ks, ja katlas on antud võimalus kõva kivi tekkimiseks. Sellest väärnähtusest aitab üle trinaatriumfosfaat. Kui katlavees on fosfaati, ei ole tarvis hoida „Boiler code'is" nõutud alkaali-sulfaatvahekorda, ja katlas olev trinaatriumfosfaat hoiab ära katla kivistamise jäänuskalkuse tõttu.

Teatud koostisega toorevee juures ei rahulda ka trinaatriumfosfaat puhastusseade toitevee ja peamiselt katlavee nõudeid, ja tuleb võtta tarvitusele aurutusveepehmendusseade.

Zeoliit pehmendaja. Zeoliit pehmendajas sünnib pehmendamine sel teel, et pehmendaja naatriumzeoliit filtrist juhitakse kalk vesi läbi ja zeoliit vahetab naatriumi kaltsiumi vastu. Pehmendatud vesi tuleb sellest seadest praktiliselt 0 kraadilise kalkusega. Kui naatrium on zeoliidist teatud määral kadunud, „värskendatakse" zeoliit keedusoola lahu läbijuhtimise teel. Keemilised reaktsioonid on järgmised:

1. Pehmendamine

$$Na_2Ze + Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaZe + 2NaHCO_3$$

$$Na_2Ze + CaSO_4 \longrightarrow CaZe + Na_2SO_4$$

2. „Värskendamine"

$$CaZe + 2NaCl \longrightarrow Na_2Ze + CaCl_2$$

Meie näeme, et mööduva kalkuse asemele tekib pehmendatud vette $NaHCO_3$, mis katlavees laguneb Na_2CO_3-ks ja NaOH-ks, ja tõstab katlavee alkaliteeti. Selletõttu ei ole otstarbekohane seda pehmendusseadet tarvitusele võtta suure mööduva kalkusega vee juures, sest teatud naatronarvu hoidmiseks tuleb katlast liig palju vett välja puhuda. Zeoliit pehmendaja hea külg seisab selles, et pehmendamine sünnib täiesti automaatselt, ja langeb ära tülikas kemikaalide doseerimine.

Tabelis 1. on näidatud pehmendusseade tarvitusele võtmise ligikaudsed piirid. Valides tabeli 1. järele pehmendusseade süsteemi võib hoiduda ainult suurtest eksitustest. Otsuse tegemise pehmendusseade lõplikuks valikuks peab aga rajama mitme vastuvõetava pehmendusseade võrdluskaalutlustele ja -arvutustele. Kuidas neid arvutusi teha, selgub järgnevatest näidetest.

Näited. Kõikide näiteliste arvutuste aluseks on järgmised andmed:

1. Katla aurusurve p = 12 atü. 2. Katla toitevesi koosneb ainult pehmendatud veest. 3. Katlavee

Tabel 1.

Pehmendusseade süsteem	Pehmendusseade on otstarbekohane	Pehmendusseade ei ole otstarbekohane
Lubja-sooda	suure mööduva kalkusega vee juures, iseäranis siis kui aurusurve katlas on madal	vee juures, mille kalkus on peamiselt jääv, iseäranis siis kui kalkus on ajaliselt kiiresti ja suuresti muutuv.
Sooda-regeneratiiv	vee juures, mille mööduv ja magneesiakalkus ei ole väga suur, ja katla aurusurve ei ole alla ∽ 10 at. Mida suurem aurusurve, seda suurem võib olla mööduv kalkus.	madala survega katelde juures, iseäranis siis kui vee mööduv kalkus on suur.
Seebikivi	magneesiarikaste vete juures, mille mööduv kalkus + magneesiakalkus on natuke suurem jäävast kalkusest.	1. vee juures, mille jääv kalkus on suurem, kui mööduv + magneesiakalkus. 2. vee juures, mille kalkus on peamiselt mööduv + magneesiakalkus.
Zeoliit	vee juures, mille mööduv kalkus on väike, iseäranis siis kui vee kalkus on ajaliselt kiiresti muutuv.	vee juures, mille kalkus on peamiselt mööduv, iseäranis siis kui vesi on suure kalkusega.
Trinaatriumfosfaat	kõrgesurve katelde juures kui toorevee kalkus ei ole mitte peamiselt jääv kalkus.	peamiselt jääva kalkusega vee juures.

Märkus: Kui lubja-sooda ja seebikivi pehmendusseadet varustatakse katlavee osalise tagasijuhtimise torustikuga pehmendajasse (võetakse tarvitusele regeneratiiv meetod), laiendatakse nende seadete kohta selles tabelis toodud kõlbulikkuse piire.

soolade kontsentratsioon hoitakse 5000 gr/m³=0,5°Bé. 4. Katlavee naatronarv hoitakse $N_v=\frac{Na_2CO_3}{4,5}+NaOH=$ =600 gr/m³. 5. Katla läbipuhutava vee soojus läheb kaduma. 6. Toorevee temperatuur on 13,7°C. 7. Katla toitepumba kasukraad on η =0,6, ja pump peab andma p_1=13 at survet. 8. 100 kg Na_2CO_3 (97% puhtusega) maksab kr. 16.—; 9. 100 kg NaOH (70% puhtusega) maksab Kr. 30.—. 10. 100 kg CaO (85% puhtusega) maksab Kr. 2,3. 11. 100 kg keedusoola maksab Kr. 3.—. 12. kWh maksab A = Kr. 0,05. 13. 10^6 kcal soojust katlavees maksab 5,5 kr. 14. 1 m³ toitevee pumpamiseks katlasse kulub energiat

$$E=\frac{1000\,.\,10\ p.}{3600\,.\,\eta\,.\,102}=\frac{1000\,.\,10\,.\,13}{3600\,.\,0,6\,.\,102}=0,59\ \text{kWh}.$$

15. 1 m³ toitevee pumpamine katlasse maksab B = A . E = 0,05 . 0,59 = 0,0295 kr. ehk 2,95 senti. 16. Jääv kalkus saksa kraadides on tähendatud tähega „J", kusjuures kogu jäävaks kalkuseks on arvatud kipskalkus. 17. Mööduv kalkus saksa kraadides on tähendatud tähega „M", kusjuures kogu mööduvaks kalkuseks on arvatud $Ca(HCO_3)_2$.

Olgu veel meeletuletatud, et 1°S jääva kalkuse ($CaSO_4$) kaotamiseks läheb tarvis Na_2CO_3 18,9 gr (100% puhtusega) iga m³ vee kohta, ja 1°S mööduva kalkuse $Ca(HCO_3)_2$ kaotamiseks läheb tarvis 10 gr/m³ CaO (100% puhtusega) või 14,3 gr/m³ NaOH (100% puhtusega). Pärast soodaga pehmendamist on 1°S kipskalkuse asemel pehmendatud vees 25,4 gr/m³ Na_2SO_4. Pärast seebikiviga pehmendamist on 1°S $Ca(HCO_3)_2$ — kalkuse asemel 18,9 gr/m³ Na_2CO_3.

Näide 1.

Tooresvesi on peamiselt mööduva kalkusega.

Mööduv kalkus	$Ca(HCO_3)_2$ . . .	M = 16,5°S.
Jääv kalkus	$CaSO_4$ . . .	J = 1,6°S.
Üldkalkus	. . . . .	Ü = 18,1°S.

Peale kalkuse on katlavees 10 gr/m³ muid soole.

a) *Toorestvett pehmendatakse lubja-sooda pehmendusseades.* 1 m³ tooreveele tuleb pehmendamiseks juure lisada

$$\text{lupja} = \frac{10}{0,85}\,.\,M=\frac{10}{0,85}\,.\,16,5=194\ \text{gr/m}^3$$

$$\text{ja soodat} = \frac{18,9}{0,97}J+50=31,2+50=81,2\ \text{gr/m}^3$$

Soodat tuleb juure lisada 50 gr/m³ ülekaaluga, et pehmenemine sünniks täielikumalt.

1 m³ pehmendatud veega tuuakse katlasse järgmisi soole:

1) glaubrisoola = 25,4 . J = 25,4 . 1,6 = 40,5 gr/m³.
2) soodat = 50 gr/m³ (ülejäägina pehmendajasse juurelisatud sooda).
3) muid soole 10 gr/m³.

Joon. 1. näeme, et 12 at surve juures laguneb katlas üks pool soodast seebikiviks. Sooda lagunemisel saab ühest grammist soodast $\frac{80}{106}$ grammi seebikivi. Seda arvesse võttes näeme, et iga m³ pehmendatud vett toob katlasse

glaubrisoola (Na_2SO_4)	— 25,4 . 1,6 =	40,5 gr/m³
soodat (Na_2CO_3)	— 0,5 . 50 =	25,0 „
seebikivi (NaOH)	$\frac{80}{106}$. 0,5 . 50 =	19,0 „
muid soole	—	10,0 „
	Kokku	94,5 gr/m³

mitmesuguseid soole.

Need katlasse minevad soolad tõstavad katlavee soolade kontsentratsiooni. Et seda mitte sündida lasta, tuleb osa katlavett pidevalt välja lasta (välja puhuda).

Et soolade kontsentratsioon katlas muutumatuks jääks, peab rahuldatud olema järgmine võrrand

$$(A+L)\,.\,s=L\,.\,S\ \ .\ .\ .\ .\ (1)$$

Siin tähendavad:

A — aurutatud toitevesi m³/h.

L — läbipuhutud katlavesi m³/h.

s — sooladesisaldavus toitevees gr/m³.

S — sooladesisaldavuse piirväärtus katlasees.

Võrrandist (1) leiame:

$$L = \frac{A \cdot s}{S-s} \text{ m}^3/\text{h} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$ — läbipuhe m³ tunnis

$$100\ \frac{L}{A} = \frac{100\ s}{S-s}\ \% \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$ läbipuhe protsentides aurutatud toiteveest.

Selles näites on $s = 94{,}5$ gr/m³,

$S = 5000$ gr/m³ $= 0{,}5^0$Bé

$$\text{ja } 100\ \frac{L}{A} = \frac{100 \cdot 94{,}5}{5000-94{,}5} = 1{,}93\%.$$

See tähendab iga m³ aurutatud vee kohta peame 0,0193 m³ katlavett läbipuhuma. Kuid mitte ainult soolade kontsentratsioon katlavees ei pea olema konstantne, vaid ka naatronarv. Katlasse tuuakse meie juhul iga m³ toiteveega 50 gr Na_2CO_3 juure, ja see tõstab naatronarvu. Et naatronarv konstantseks jääks, peame samuti osa katlaveest välja puhuma.

Et arvutusi hõlpsam oleks läbiviia, arvutame naatronarvu ümber „soodaarvu" peale, kusjuures „soodaarv" tähendaks katlavee alkaliteeti gr/m³ soodana arvates.

Kui z-iks nimetame selle murdosa soodast, mis surve mõjul on lagunenud seebikiviks, maksab järgmine valem:

$$(1-z)\ \frac{Na_2CO_3}{4{,}5} + z\ \frac{80}{106}\ Na_2CO_3 = N_\text{ } \text{gr/m}^3 \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

— naatronarv.

Sellest valemist leiame

$$Na_2CO_3 = \frac{N_v}{\frac{1-z}{4{,}5} + z \cdot \frac{80}{106}} = SO \text{ gr/m}^3 \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$ —

soodaarv.

Joon. 1. leiame, et meie juhul on z=0,5.

Aluseks oli võetud $N_v = 600$ gr/m³. Nende väärtustega leiame soodaarvu

$$SO = \frac{600}{\frac{1-0{,}5}{4{,}5} + \frac{0{,}5 \cdot 80}{106}} = 1230 \text{ gr/m}^3.$$

„Soodaarvu" toitevees tähendame so-ga, katlavees SO-ga. Analoogselt valemitele 1—3, leiame, et naatronarvu konstantseks hoidmiseks peab protsentuaalne läbipuhe aurutatud vee kohta olema

$$100\ \frac{L}{A} = \frac{100 \cdot so}{SO-so}\ \% \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Kui asetame valemisse 6. meie näite arvulised väärtused, saame

$$100\ \frac{L}{A} = \frac{100 \cdot 50}{1230-50} = 4{,}24\%.$$

Sellest järgneb, et katlavee kohta ülesseatud nõuete täitmiseks tuleb iga aurutatud m³ toitevee kohta 0,0424 m³ katlavett läbipuhuda. Läbipuhutava veega tekivad soojuskadud. 12 atü juures on 1 kg vee soojussisaldavus q = 193,7 kcal. Kuna toorevee temperatuur on 13,7°C läbeb iga kilogrammiga kaduma soojust 193,7—13,7=180 kcal. 1 m³ läbipuhutava veega läheb kaduma umbes $1000 \cdot 180 = 180.000$ kcal, ja see maksab $\frac{180.000.550}{1000000} = 99$ senti. Et õiglaselt ühe pehmendusseade veepehmenduse kulusid teiste pehmendusseade veepehmenduse kuludega võrrelda, peame kõik kulud arvutama 1 m³ aurutatud vee peale ja mitte 1 m³ pehmendatud vee peale, sest meie lõppsiht on vett aurutada ja mitte pehmendada.

Kulud 1 m³ aurutatud vee peale on

Lubi	$0{,}194 \cdot 1{,}042 \cdot 2{,}3 = 0{,}465$	senti/m³
Sooda	$0{,}0812 \cdot 1{,}042 \cdot 16 = 1{,}350$	„
Soojuskadu läbipuhutud veest	$99 \cdot 0{,}042 = 4{,}150$	„
Toitepumba enam tarvitamine	$2{,}95 \cdot 0{,}042 = 0{,}125$	„
	$6{,}090 \backsim 6{,}1$	senti/m³.

b) *Toorestvett pehmendatakse lubja-sooda regeneratiiv seades,* see on niisuguses lubja-sooda pehmendusseades, kus pehmendusnõusse osa katlavett tagasijuhitakse, et kasutada katlavee alkaliteeti. Katlavee sooda arv SO on 1230 gr/m³, sellest on diagrammi 1. järele pool sooda näol ja teine pool seebikivi näol. 1 m³ katlavees on $0{,}5 \cdot 1230 = 615$ gr soodat ja $0{,}5 \cdot \frac{80}{160} \cdot 1230 = 465$ gr seebikivi. Pehmendajasse tagasijuhitud veega tahame asendada selle osa juurelisatavast soodast, mis läheb ülekaaluna pehmendusprotsessi heaks kordaminekuks. Soodat olgu pehmendajas ülejäägina 61,5 gr/m³, sellega tuleb iga m³ toorevee peale katlavett tagasi tuua $\frac{61{,}5}{615} = 0{,}1$ m³. Selle 0,1 m³ katlaveega tuuakse pehmendajasse ka veel $0{,}1 \cdot 465 = 46{,}5$ gr seebikivi. Seebikivi kaotab pehmendajas $\frac{46{,}5}{14{,}3} = 3{,}25^0$ S mööduvast kalkusest, ja lupja tuleb pehmendajasse juure lisada ainult $\frac{10}{0{,}85}(16{,}5 - 3{,}25) = 156$ gr. Seebikivi ja mööduva kalkuse reaktsiooni tagajärjel tekib $18{,}9 \cdot 3{,}25 = 61{,}5$ gr soodat, nii et sooda ülekaal pehmendajas on 123 grm/m³, mis ainult soodustab pehmendusprotsessi.

Soodat pehmendajasse ei tule pehmendusprotsessi heaks kordaminekuks lisada ülejäägina, katla naatronarv ei tõuse ja 1 m³ pehmendatud veega viiakse katlasse ainult:

glaubrisoola	40,5 gr/m³
muid soole	10 „
Kokku	50,5 gr/m³.

See soolade hulk tingib läbipuhet

$$100\ \frac{L}{A} = \frac{100\ s}{S-s} = \frac{100 \cdot 50{,}5}{5000-50{,}5} = 1{,}02\%.$$

Läbipuhega viiakse katlast soodat ja seebikivi minema. Kui pehmendajasse soodat ülekaalus ei lisata, hakkab katlas naatronarv langema.

Iga m³ läbipuhutud katlaveega viiakse minema soodat ja seebikivi sooda peale ümberarvutatuna 1230 gr. Et naatronarv ei langeks tuleb iga m³ aurutatud vee kohta pehmendajasse ülejäägina juurelisada soodat

$$\frac{1230 \cdot 0{,}0102}{0{,}97} = 13 \text{ gr.}$$

Kulud 1 m³ aurutatud vee peale on:

Lubi	$0{,}156 \cdot 1{,}0102 \cdot 2{,}3 = 0{,}365$	senti/m³
Sooda	$(0{,}0312 \cdot 1{,}0102 + 0{,}013) \cdot 16 = 0{,}715$	„
Soojuskadu läbipuhutud veest	$99 \cdot 0{,}0102 = 1{,}000$	„
Toitepumba enamtarvitamine	$2{,}95(0{,}1+0{,}01) = 0{,}325$	„
	$2{,}405 \backsim 2{,}4$	senti/m³.

c) *Toorestvett pehmendatakse sooda-regeneratiiv seades.* Kuna pehmendajasse lisatakse juure ainult soodat, tuleb katlavett nii palju tagasi tuua, et katla-

vees leiduvast NaOH'st jatkuks mööduva kalkuse kaotamiseks ja pärast reaktsiooni jääks veel üle 30 gr/m³ NaOH'd. Neil eeldusil läheb 1 m³ toorevee peale tarvis seebikivi 14,3 . 16,5+30=266 gr/m³. Ühes kantmeetris katlavees leidub 465 gr seebikivi. Ühe kantmeetri toorevee peale tuleb pehmendajasse tagasijuhtida katlavett $\frac{266}{465}$ =0,57 m³. Soolade katlasse minek ja läbipuhe on samased kui juhul b.

Kulud 1 m³ aurutatud vee kohta

Sooda (0,0312 . 1,0102+0,013) . 16=0,715 senti/m³

Soojuskadu läbipuhutud

glaubrisoola 1,6 . 25,4= 40,5 gr/m³

Toitepumba enam tarvitamine 2,95 . (0,57+0,01)=1,710 „

Kokku =3,425 ∞ 3,4 senti/m³.

d) *Toorestvett pehmendatakse zeoliit pehmendajas.* Pärast pehmendust on vees iga 1°S sulfaatkalkuse asemel 25,4 gr/m³ glaubrisoola ja iga kraadi karbonaatkalkuse asemel 30 gr/m³ $NaHCO_3$, mis laguneb katlavees soodaks (Na_2CO_3) ja seebikiviks.

Iga m³ pehmendatud vett jätab katlasse:

glaubrisoola	1,6 . 25,4= 40,5	gr/m³
soodat	0,5 . 18,9 . 16,5=156,0	„
seebikivi	0,5 . 14,3 . 16,5=118,0	„
muid soole	10,0	„
Kokku	324,5	gr/m³.

Soolade kontsentratsiooni hoidmiseks konstant tuleb läbipuhuda

$$100\,\frac{L}{A} = \frac{100 \cdot 324{,}5}{5000-324{,}5} = 6{,}9\,\%$$ aurutatud veest

Pehmendatud vee sooda arv on so=18,9 . 16,5=312 gr/m³.

Naatronarvu hoidmiseks konstant tuleb läbipuhuda

$$100\,\frac{L}{A} \cdot \frac{100 \cdot 312}{1230-312} = 34\,\%$$ aurutatud veest.

Kogemused näitavad, et 1°S kalkuse kaotamiseks läheb tarvis 70 gr keedusoola iga kantmeetri vee kohta.

Pehmendamise kulud.

Sool	1,34 . 0,07 . 18,1 . 3= 5,1	senti/m³
Toitepumba enamtarvitamine	2,95 . 0,34= 1,0	„
Läbipuhest tekkin. soojuskadu	99 . 0,34=33,6	„
Kokku	39,7	senti/m³.

Näidetes on pehmenduskulude arvutamise aluseks võetud, et läbipuhutava katlavee soojus läheb kaduma, kuid seda soojust võib kasutada toorevee eelsoendamiseks. Kui tööstusest on kasutada ülejäägina töötanud auru, millega toorestvett võib eelsoendada, tuleb ikkagi kogu läbipuhe soojussisaldavust lugeda kaduks. Mida suurem läbipuhe, seda kallimaks läheb muidugi toorevee ja läbipuhe soojusvaheldusseade.

Eeldades, et soojusvaheldusseade kasukraad on 80% ja tööstuses läbitöötatud auru ülejäägina ei ole, kujunevad näidetes toodud vee pehmenduskulud soojusvaheldusseade tarvitusele võtmisega järgmisteks:

Ühe kantmeetri aurutatud vee kohta on pehmenduskulud

lubja-sooda seades	2,8 senti
lubja-sooda regeneratiivseades	1,6 „
sooda regeneratiivseades	2,6 „
zeoliit pehmendusseades	12,9 „

Kui pehmendusseade amortisatsiooni ja korrashoiu kulud tunduvalt pehmenduskulude pilti ei muuda, tuleks võtta meie juhul lähemalt vaatlusele (tööstuslikud tingimused) ainult kaks seadet: lubja-sooda regeneratiiv seade ja sooda regeneratiiv seade.

Näide 2.

Pehmendada tuleb toorestvett, mille jääv kalkus on 16,0°S, mööduv kalkus 1,6°S ja kalkust mittetekitavate soolade sisaldavus 10 gr/m³. Arvutades samuti kui näites 1. leiame, et pehmenduskulud (seade amortisatsiooni ja korrashoiu kuludeta) on 1 m³ aurutatud vee kohta:

lubja-sooda seades	19,0 senti
sooda regeneratiivseades	16,8 „
zeoliit seades	15,1 „

Kui saab tarvitusele võtta läbipuhe ja toorevee soojusvaheldusseadet, on pehmenduskulud 1 m³ aurutatud vee kohta

lubja-sooda seades	10,6 senti
sooda regeneratiivseades	11,8 „
zeoliit seades	7,6 „

Näites 1. valitud vee juures on pehmenduskulud zeoliit seade juures kõige kõrgemad ja näites 2. valitud vee juures kõige madalamad. Väljaarvatud aurutus pehmendusseaded ja trinaatriumfosfaat pehmendusseaded on harilikuks nähteks, et just see pehmendusseade, mille pehmenduskulud kõige madalamad, rahuldab kõige rohkem tehnilisi nõudeid.

Näites 2. valitud vee pehmendamine zeoliit pehmendusseades ei tule ainult kõige odavam, vaid vee pehmendamine selles seades on ka tehniliselt kõige otstarbekohasem.

Näites 1. valitud vee pehmendamine zeoliitseades ei ole otstarbekohane. Näited kinnitavad nõuet, et pehmendusseade süsteem tuleb valida vastavalt toorevee omadustele ja töötamise tingimustele.

Näidetes oli aluseks võetud, et katelt toidetakse ainult pehmendatud veega, kui katla toitevesi koosneb aga näiteks 90% kondensaadist ja 10% pehmendatud veest, on pehmenduskulud ühe m³ aurutatud vee kohta ainult $^1/_{10}$ eelpool toodust. Sellest järgneb iseenesest, et pehmendusseaded on seda tasuvamad, mida rohkem kondensaati katelde toitmiseks tarvitatakse.

Katla toitevett käsitavates raamatutes toodud pehmenduskulude arvutusi, mis põhjenevad ainult pehmendusreaktsiooni valemitel ja ei jälgi vee ringvoolu kogu seades (pehmendaja + katel) ei või lugeda otstarbekohasteks, ja kohati on ülesseatud valemid isegi ekslikud*).

Kokkuvõte. Artiklis on ülesseatud põhimõtted otstarbekohase pehmendusseade valikuks, ja näiteliselt on käsitatud pehmenduskulude arvutust.

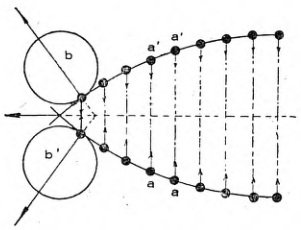
*) Ekslik valem sooda-regeneratiivseade kohta leidub raamatus „Kesselbetrieb", 1931. lhk. 251, lõige 89.

Valguse eeter ja tema töö maailmaruumis.

Akad. A. Polesčuk.

2. Eetri aatomid. Terve rida õpetlasi (W. Thomson, O. Lodge, W. Nernst) on tulnud otsusele, et eeter peab koosnema väikestest aatomitest, millede läbimõõt on palju väiksem kui harilikkude kehade aatomitel. Nimetame niisugusi eetri terakesi „troonideks" (lühendatud sõna „elektroon").

Tekib küsimus: kui suur on troonide mass, erikaal ja läbimõõt.



Joon. 1. Valguse rõhumine a, a' . . . troonid; b, b' . . . moleekulid.

Katsume lahendada esimese küsimuse. Nagu teada, on P. Lebedevi katsete põhjal[1]) leitud, et valguse rõhumine 1 sm² keha pinnale võrdub $0{,}75 \cdot 10^{-7}$ gr. See rõhumine nähtavasti tekib sellest, et eetri terakesed (troonid) lainetades (joon. 1) põrkavad kokku keha molekulitega ja avaldavad sellega survet keha peale.

Kujutame ette, et ühes sm³ eetrit on x^3 trooni ehk ühe sm² peale rõhuvad x^2 trooni. Siis on viimaste töö $A = \frac{mx^2c^2}{2}$, kus c — valguse kiirus ja m trooni mass.

Et aga eetri erikaal on $2 \cdot 10^{-17}$, siis kaalub üks sm³ eetrit $2 \cdot 10^{-17}$ gr, mida võib määrata valemiga $x^3m = 2 \cdot 10^{-17}$ . . . (1).

Rõhumine ühe sm² peale, nagu teada, võrdub ühe sm³ mahu energiaga[2]).

See tähendab, et meie võime ülesseada valemi

$$\frac{x^2 \cdot m \cdot c^2}{2} = 0{,}75 \cdot 10^{-7} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Jagame nüüd esimene valem (1) teise (2) peale; siis leiame

$$\frac{x^3 \cdot m \cdot c^2}{x^2 \cdot m \cdot c^2} = \frac{2 \cdot 10^{-17}}{0{,}75 \cdot 10^{-7}}, \text{ kust } x = \frac{2 \cdot 10^{-17} \cdot c^2}{2 \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-7}},$$

Et aga $c = 3 \cdot 10^{10}$, siis

$$x = \frac{10^{-17} \cdot 9 \cdot 10^{20}}{0{,}75 \cdot 10^{-7}} = 1{,}2 \cdot 10^{11}$$ ja valemi (1) abil

$$m = \frac{2 \cdot 10^{-17}}{(1{,}2 \cdot 10^{11})^3} = \frac{2 \cdot 10^{-17}}{1{,}7 \cdot 10^{33}} = 1{,}2 \cdot 10^{-50} \text{ gr.}$$

Tähendab: ühe trooni mass on $1{,}2 \cdot 10^{-50}$ gr ja ühes sm³ ruumis on $1{,}7 \cdot 10^{33}$ trooni.

Sellest on näha, et troonid seisavad üksteisest s kaugusel, kus

$$s = \frac{1}{1{,}2 \cdot 10^{11}} = 0{,}83 \cdot 10^{-11} \text{sm.}$$

Nagu meie edaspidi näeme (§8), on trooni (mitte eetri) erikaal $1{,}8 \cdot 10^{-12}$ ja sellepärast trooni maht on

$\frac{1}{3}\pi r^3$, ehk $\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-12} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$,

kust $r = 1{,}2 \cdot 10^{-21}$sm.

See arv on palju väiksem kui keha aatomite mõõt (ligi 10^{-8}sm).

Nii siis leidsime kõik mis tahtsime: trooni massi, erikaalu ja mõõdu.

Väga huvitav on märkida, et kui meie kujutame enesele ette, et see töö, mis teeb üks troon valguse kiirusega, võrdub Planck'i konstadiga h, siis saame trooni massi järgmiselt:

$h = 6{,}54 \cdot 10^{-27}$ergi; trooni energia on

$$E = \frac{mc^2}{2} = \frac{m \cdot 9 \cdot 10^{20}}{2} = 6{,}54 \cdot 10^{-27}, \text{ kust}$$

leiame, et

$$m = \frac{2 \cdot 6{,}54 \cdot 10^{-27}}{9 \cdot 10^{-20}} = 1{,}45 \cdot 10^{-47} \text{ düüni} = 1{,}42 \cdot 10^{-50}\text{gr},$$

mis meie arvule $(1{,}2 \cdot 10^{-50})$ väga ligidal seisab ja mis näitab, et Lebedevi arvu $0{,}75 \cdot 10^{-7}$ asemel tuleks lugeda valguse rõhumine ühe sm² peale $0{,}8 \cdot 10^{-7}$gr/sm².

Imelik on see asjaolu, et Planck, kes oma konstandi $h = 6{,}54 \cdot 10^{-24}$ leidis, ise ei saa omale tänapäevani ettekujutada, mis see arv iseenesest tähendab. Chwolson ütleb selle kohta järgmist[1]): „Plancki teooria toob meile uue universaalse arvu, mis on seotud elektri energiaga ja resonaatori võnkumisega, ja nimelt

$hr = \varepsilon$, kus r on võnkumise arv,

ja ε ühe ellektrooni jõud". Planck ise annab seletusi, mis liig udused on, et neid siin ettetuua. Palju tähtsam on see, mis mõtleb sellest Einstein. Tema arvates h ei ripu ära resonaatorist, vaid eetri omadustest. Selle mõtte kasuks võiks tuua tõenduseks kõige esiteks see asjaolu, et h on universaalse tähtsusega. Einstein, keda selles küsimuses toetavad isegi tema vastased teistes küsimustes (näit. Stark) ,arvab et „eeter koosneb aatomitest (mis meie troonideks nimetasime) ja valguse lained seisavad koos tervest reast eraldatud valguse aatomitest (joon. 1), millede kiirus on $3 \cdot 10^{10}$sm sekundis ja millede võnkumise energia on hr suur."

Selle mõtte tõenduseks toob Einstein terve rea fakte, mis näitavad valguse mõju kehade peale.

Mis meid praegu huvitab, on see meetod, mille abil leidsime meie troonide massi ja troonide arvu ühes sm³.

Selle meetodi järele peaks olema meil võimalus välja arvutada, mitu gaasimolekuli võib mahutada ühe sm³ sisse, see tähendab: kuidas leida meie meetodi järele Loschmidt'i arvu.

Võtame 1 sm³ õhku; tema erisoojus on 0,24. Tähendab, 0°C ehk 273° absoluutse temperatuuri juures sisaldab 1 gr õhku

$273 \cdot 0{,}24 \cdot 4{,}27 \cdot 10^{4} = 2{,}85$ gr sm energiat ehk ligi $2{,}85 \cdot 10^{9}$ergi.

Energiat aga võib kirjutada $\frac{mv^2}{2}$ näol, tä-

---

1) Хвольсон: „Курс физики", II, стр. 182—185.
2) Хвольсон: „Курс физики", II, стр. 122.

1) Хвольсон: „Курс физики", IV, 2, стр. 627.

hendab $\frac{mv^2}{2} = 2{,}85 \cdot 10^9$ergi. Kui m = 1 gr, siis on $v^2 = \frac{2 \cdot 2{,}85 \cdot 10^9}{1} = 5{,}7 \cdot 10^9$sm.

Õhu rõhumine on 1000 gr/sm²; kui meie tõstame temperatuuri 1° võrra, siis rõhub iga kandi peale $\frac{1000}{273 \cdot 3} = 1{,}23$ (§ 22).

Sellepärast võime meie oma meetodi põhjal kirjutada: (3) . . . $x^3m = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$gr, kus $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ on õhu erikaal võrreldes veega.

(4) . . . $\frac{x^2mv^2}{2} = 1{,}23$ gr/sm². Jagades (3) valem (4) peale, saame $\frac{2x}{v^2} = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-3}}{1{,}23}$, kust leiame $x = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-3}v^2}{2 \cdot 1{,}23}$. Nagu meie nägime on $v^2 = 5{,}7 \cdot 10^9$, tähendab $x = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 5{,}7 \cdot 10^9}{2 \cdot 1{,}23} = 3{,}02 \cdot 10^6$. Sellepärast on ühes sm³ õhku 0°C ajal ja 1 atmosfääri rõhumisel

$$x^3 = (3{,}02 \cdot 10^6)^3 = 2{,}76 \cdot 10^{19}.$$

See ongi Loschmidt'i arv, mida meie leida tahtsime.

3. Eetri ajalugu. Juba 320 aastat enne Kristust kirjutas kuulus kreeka teadlane Aristoteles: „Eeter on terves looduses kõikide kehade algaine. Temale kuuluvad soojus, külmus, kuivus ja niiskus. Ühendudes omavahel annavad need omadused looduses leiduvad kehad ja nimelt: külmus ja kuivus — mulda; külmus ja niiskus — vett; soojus ja niiskus — õhku; soojus ja kuivus — tuld". Sellepärast arvas Aristoteles „võime meie ühe omaduse muutmisega teiseks, muuta ka üks aine teiseks". Aristoteles oli ka selle põhimõtte looja, kes arvas et „loodus kardab tühjust". Sellega tahtis tema näidata, et kõik maailm on täidetud mingisuguse ainega.

Palju selgemini kujutas enesele eetrit Descartes (1596—1650), kes leidis, et ainult eetri abil võib ära seletada taeva kehade tõmbejõudu. Tema läks oma uurimistega juba nii kaugele, et kirjutas järgmist: „Kõik mis tema (Galilei) räägib kehade kiirusest, mis langevad tühjas ruumis, on põhjuseta, sest tema (Galilei) oleks pidanud enne ära selgitama, mis on raskus ja kui temal oleks olnud õige kujutus raskusest, siis oleks tema pidanud teadma, et raskust absoluut tühjas ruumis ei või olla". Huvitav on, et 80 aastat pärast Descartes'i surma Johann Bernoulli (1367—1748) leidis viimase põhimõtete alusel teoreetiliselt kaks esimest Köpleri seadust.

Newton toob eetri kohta järgmised sõnad (küsimus 22): „kas võivad taevakehad liikuda ruumis, mis on täidetud mingisuguse ainega, mille tihedus palju suurem on kui elavhõbedal ehk kullal, niisama kergesti, kui igas vedelikus? Ja kas ei ole selle aine vasturõhumine nii väike, et ei maksa sellega arvestada? Kujutame enesele ette, et eeter, nõnda tahan mina seda ainet nimetada, on 700.000 kord elastsem kui õhk, ja rohkem kui 700.000 korda kergem, kui see viimane, siis on tema vasturõhumine liikuva kehale 6.000.000.000 kord väiksem kui vee omal. Ja niisugune väikene vasturõhumine ei mõju 10.000 aasta jooksul nähtavalt taevakehade kiiruse peale".

Sellest on näha, kui selgesti kujutas enesele ette Newton eetri omadusi ja kuivõrt ligidal seisavad tema arvud nendele, mis on täpsemalt leitud juba 200 aastat hiljem.

Huyghens, kes esimene seletas valguse kiired eetri lainetamisega, pikemalt midagi eetrist ei räägi.

Viimase saja aasta jooksul (1800—1900) eetrist kirjutasid mitmed kuulsad teadlased, algates W. Thomsoniga, kes seletas isegi aatomite koosseisu eetri keeristega.

D. Mendeleev[1]) ütleb: „keegi ei või eitada, et „eetril" ei ole omi „aatomeid" (meie poolt troonideks nimetatud) teatud massiga".

E. Wiechert arvab, et eetril on maailmas kõige suurem tähtsus ja et kõik nähtavad maailmakehad on eetri mõju all.

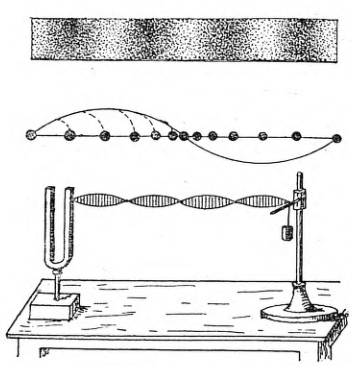
Fresnel (1788—1827), keda võib lugeda valguse teooria isaks, arvab et see asjaolu, et valguse kiirus ei ole mitte ühesugune kõikides kehades, ripub ära sellest, et eetri tihedus teistes ainetes on suurem, kui õhus.

M. Faraday (1791—1867) arvab, et elekter ei ole muud, kui iseäraline seisukord eetris, mis ümbritseb ehk täidab kõik kehad.

Einstein tunnistab, et eeter on olemas; teine kord aga eitab seda.

Nõnda, et ka meie ajal on teadlasi, kes seisab eetri poolt (Lenard Stark, Nernst) ja on teadlasi, kes eetrit sugugi ei tunnista. Edaspidi meie toome otsekohesed tõendused selle kohta, et katsete abil on näha eetri olemist ilmaruumis (§ 29).

Kokkuvõttes kõike seda, mis oli öeldud eetri kohta, peame tunnistama järgmist: 1. Eetri aatomid ehk troonid seisavad üksteisest $0{,}83 \cdot 10^{-11}$ sm kaugusel; et aga ainete aatomid seisavad üksteisest ligi 10^{-8} sm kaugusel, siis on eetri nähtav tihedus (mitte erikaal) 1000 korda suurem, kui teatud ainetel üleüldse.



Joon. 2. Piki- ja põiklained, kõvades kehades.

2. Nimetatud tiheduse juures on eetri elastsus $1{,}8 \cdot 10^9$ gr/sm² peale, mis võrdub raua ehk terase elastsusega.

3. Et eetril on nii suur tihedus ja elastsus, võivad temas aset leida piki- ja põiklained (joon. 2).

4. Troonidel ei ole mingisugust sisemist energiat,

[1]) Д. Менделеев: „Основы химии", стр. V.

nagu seda on kaaluvate kehade aatomitel; see tähendab, et troonide mass on täiesti inertne.

5. Seal ruumis, kus on ainult liikumata eeter ja muud midagi, temperatuur ei või olla üle —273°C ehk on absoluutne null.

Nüüd tekib meil väga huvitav küsimus: eetri elastus on $E = 1{,}8 \cdot 10^{9}$ gr/sm²; erikaal $d = 2 \cdot 10^{-17}$. Oleks maailm, mis eetriga täidetud, olnud lõpmata suur, siis oleks pidanud E olema ka lõpmata suur ja d oleks pidanud olema null. See on selge järgmisest valemist. Meie teame, et pinge k mõõdetakse venitamise juures pikenemisega i ja nimelt

$$k = \frac{Ei}{L}$$, kus L on keha pikkus. Kujutame nüüd ette, et $L = \infty$; siis on $k = \frac{Ei}{\infty} = 0$.

Meie aga teame, et k eetri tarvis on $0{,}75 \cdot 10^{7}$ (Lebedevi katse), tähendab L ei või olla ∞.

Sellepärast maailm, mis on täidetud eetriga, ei ole lõpmata suur ja meie edaspidi (§ 11) näeme, et selle maailma läbimõõt on $2 \cdot 10^{24}$ kilomeetrit. Oleks nähtav maailm olnud lõpmatu suur, oleks pidanud paistma meile taevas lumivalge, aga mitte tume ehk koguni must.

Kuivõrt suur on eetri mõju taevakehade liikumise peale, näeme järgmisest. Nagu teada, liigub maakera (ümber päikese) kiirusega $3 \cdot 10^{6}$sm sekundis; tähendab eeter avaldab ühe sm² maakera pinna peale p_0 grammi vastupanekut ja see p_0 saame järgmisest valemist

$$p_0 = \left(\frac{3 \cdot 10^{6}}{3 \cdot 10^{10}}\right)^{2} \cdot 0{,}75 \cdot 10^{-7} = 0{,}75 \cdot 10^{-15}\text{gr/sm}^2$$

ehk terve maakera peale 50 gr. See arv on niivõrt väike, et seda mõju avalikuks teha on võimata.

Meie aga nägime, et eetri elastus on $1{,}8 \cdot 10^{9}$ gr/sm². Sellepärast ei ole nagu selge, kas ei seisa $0{,}75 \cdot 10^{-7}$ gr/sm² vastolus üksteisega. Ei sugugi. Meie teame, näiteks, et õhu rõhumine on 1000 gr/sm²; kõige suurem torm annab aga rõhumise ainult 20 gr/sm².

Arvamisest, et eeter läheb läbi igast kehast, tarvis nii aru saada, et see läbiminek ei sünni momentaalselt, vaid nõuab teatud aega.

---

2. Die Atome des Äthers. Die Masse des Ätheratoms (Trones) ist $1{,}2 \cdot 10^{-50}$ gr. Ein cm³ Äthers besizt $1{,}7 \cdot 10^{33}$ Tronen; die Tronen befinden sich von einander in der Entfernung von $0{,}83 \cdot 10^{-11}$cm; Radius der Tronen ist gleich $r = 1{,}2 \cdot 10^{-21}$cm. Die Energie eines Trones $\frac{mc^2}{2}$ ist gleich der Planck'schen Konstante h.

3. Die Geschichte des Athers. Die Dichte (nicht spezifisches Gewicht) des Äthers ist 1000 mal grösser, als die Dichte des Qnecksilbers. Im Weltraum, wo nur ruhendes Äther sich befindet, ist die Temperatur —273°C. Die sichtbare Welt ist nicht unendlich gross.

Tehnika teateid.

AKTSIA-SELTS „TSEMENDIVABRIK PORT-KUNDA".

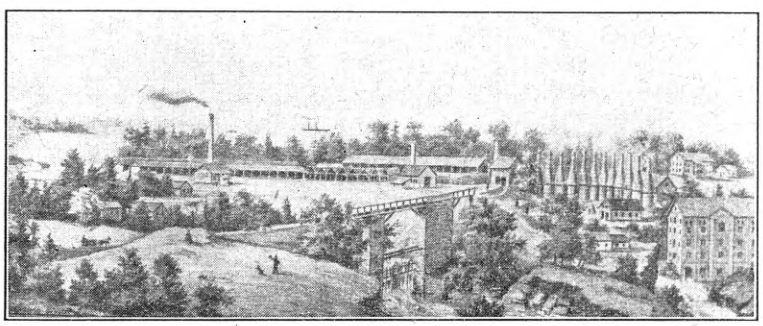
Aastal 1870. Kunda mõisa omaniku parun John Girard de Soucanton'i poolt asutatud tsemendivabrik Port-Kunda oli alguses ette nähtud ainult 20.000 normaal-tünni portland-tsemendi valmistamiseks aastas. Tarvitades Kunda mõisa juures oleva põllulupja (mergel'i), valiti märja töötamisviisi.

Vabrik asub kolme kilomeetri kauguses niihästi Kunda mõisast, kui ka Kunda sadamast. Et kasutada käreda Kunda jõe veejõudu, ehitati vabrik jõe kalda selleks kõige soodsamal kohal, kus järsud jõe kaldad lähenevad üksteisele terassides.

Vabrikaat omandas lühikese aja jooksul nii hea kuulsuse, et järjest tõusva nõudmise tõttu pidid järgnema uued laiendamised, nii et toodang tõusis vahetpidamata, ja ulatus 1913. aastal 600.000 normaaltünnini.

Edasisammuva tsementitehnikaga alati sammu pidades, võib tehase arendamises järgmiseid üksikuid faase ära märkida: üleminek tsemendi põletamise juures primitiivsetest diskontinueerivatest pudelahjudest kontinueerivate Dietzsch-etaažiahjude ja R-ahjude kaudu pöörlevate ahjudeni; kõva-jahvatuse juures lihtsatest veskikividest kuulveskideni, kominorideni, Dana-toruveskideni ja Unidan-veskini.

Arvestades külma põhja klimaatiliste oluldega mindi 1893. aastal üle vahetpidamata aastatootmist garanteerivale kuivale töötamisviisile, kuna selleks töötamisviisiks vajalik tooresmaterjal lubjana (paekivina) CaO ja sinise siluurilise savina Al_2O_3 leidub lõpmatutes ja kergesti kättesaadetavates lademetes vabriku kõige lähemas ümbruses.



Vabriku üldvaade 1875. a.

Tsementitehnika spetsiaalfirma, F. L. Smidt & Co., Kopenhagen, plaanide järele tekkis 1893. aastal esimene sisseseade kuiva töötamisviisi järele, millele 1898. aastal järgnes järgmine uuendus sisseseades, ning 1912. a. aktsia-seltsi asutamise järele moodne sisseseade pöörlevate ahjudega, turbogeneraatoriga jne. märja töötamisviisi jaoks.

1896. aastal ühendati tsemendivabrik vene raudteevõrguga laiarööpalise, 18 versta pikkuse raudtee läbi, mis ühtlasi võimaldas paekivide veo Aru ja Aluvere paemurdudest tehaseni.

Kitsarööpalise sadama raudtee ääres asuvast kaevandusest saadud sinine siluuriline savi sai sellel raudteel alguses hobustega vabrikule toodud, kuid edaspidi võeti ka siin tarvitusele vedureid.

Peale selle, kui 1919. aasta sügisel kohapeal ja Kopenhagenis olid toime pandud katsed meie kodumaise põlevkiviga, et katsuda teda küttematerjalina, algas 1920. a. Daani spetsialistide juhatusel kogu tehase moderniseerimine selles sihis. Spetsiaalfirma F. L. Smidt & Co. plaanide kohaselt püstitati põlevkivi kuivatus-sisseseade ühes jahvatus-osakonnaga, jõujaama katla-küttedesse ehitati erilised Dana-Stockerrestid sisse, ja ka vabriku vedurite juures võeti põlevkivi küttematerjalina tarvitusele. Nende saavutistega vabanes meie kodumaine tsementitööstus täielikult enne välismaalt sisseveetud kivisöest.

Kui põlevkivi-tolmu plahvatuse tagajärjel 1923. a. ka tsemendi-veski tules hävines, kasutas vabriku valitsus uuestiülesehitamise juures kõvajahvatuse kõige uuema saavutise, võttes tarvitusele eesjahvatuse ja peenjahvatuse kombineerivat jahvatus-sisseseadet, n.n. Unidan-veskit.

1924. aastal legaliseeriti Riigi Raudteevalitsuse poolt liiklemist Kunda laiarööpalisel raudteel, kusjuures sõitjate piletitelt ja kaupadelt hakati võtma maksu riigi heaks. Sõitjate- ja kaubaveo kontrollimiseks avas tsemendivabrik Rakvere raudteejaamas kontori oma ametnikega ja korraldas liiklemist kindla sõiduplaani järele, kuid raudteeühendus maakonna linna Rakverega on ka olemasoleva mootor-dresiina näol igapäev mitmekordne.

Tootmise jaoks vajalise põlevkivi saab vabrik 1926. aastast saadik osalt omast kaevandusest, mis asub Ubjas, vabriku raudtee ääres, ja osalt riiklikust kaevandusest Kohtlas. Pöörlevate ahjude jaoks saab põlevkivi, nagu enne mainitud, ette kuivatatud ja jahvatatud. Selle protsessi juures läbistab põlevkivi valtsvergi, kuivatusetrummlilt, kominori ja toruveskit.

Kuna endine auruturbiin (firma De Laval — Stockholm) oli juba vananenud, ja liig suure auru tarvituse tagajärjel ebaökonoomiliselt töötas, asendati teda 1928. a. ülimoodsa ökonoomiliselt töötava auruturbiiniga samalt firmalt, mille võime vastab täielikult tehase kogu tarvidusele, ka siis, kui tehas töötab täie koormatusega, ning võimaldab energia andmist ümb ruskonnale ja Rakvere linnale.

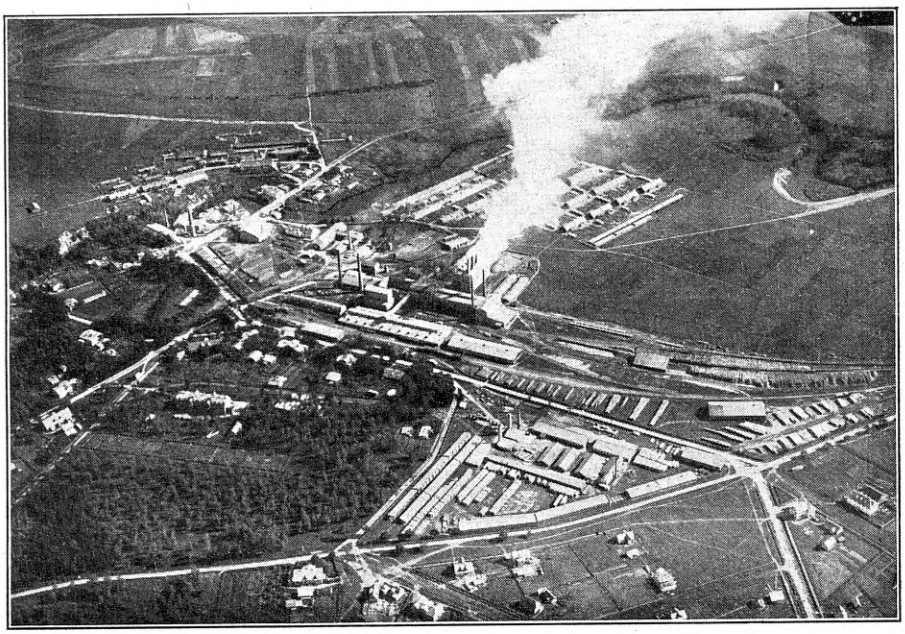
Peale selle, kui vabrik oli mitu aastat kasutanud Kunda sadamat, omandas ta selle 1931. aasta detsembris ostuteel ühes tolliameti- ja ametnikumajadega.

Juba aastaid oli tsemendivabrik Rakvere linna linnalekuuluva kõrgepingeliini kaudu varustanud elektrivooluga valgustuseks ja ka tööstuslikuks tarvitamiseks. 1931. aastal läks see liin ostuteel vabriku kätte üle, ja uuendatud lepingu sõlmimise järele ehitas vabrik 1932. aastal uue 20 km pikkuse 15.000 voldilise vahelduva voolulise kõrgepinge õhuliini oma raudteed pidi Rakvereni.

Mis puutub tootmisprotsessi praegusel ajal, siis võib sellest siin ära märkida järgmiseid faase:

Aru ja Aluvere paemurdudest toodud paekivi saab esiteks kivimurdjates tükeldatud. Peale selle jahvatatakse teda kominorides ja Dana-toruveskis koos löökvergis niisutatud siluurilise saviga proportsioonis 3:1, nii et lobri tihedas segus märjaveskis märja töötamisviisi järele valmistatud saab.

Pumbavärgi abil korrektioonsbasseini voolav lobri saab sealt moodsa filter-sisseseade läbistamise järele, juhitud pöörlevatesse ahjudesse, kus ta 45 m pikkustes põletamise trummlites pööramisele ja kaldumisele jälgides, jõuab kuni nende lõpul asuva kütte-seadiseni, et seal kuni 1400 kraadilise temperatuuri juures kuni



Vabriku üldvaade 1932. a.

pisarduseni põleda, ja juba valmis tsement-klinkerina klinker-külmutajatest välja voolata.

Peale selle saab tsement-klinker klinker-silodesse toimetatud, et seal seista. Pärast jahvatatakse teda Unidan-veskis kipsi juurdelisamisel sidumise aja reguleerimiseks. Kummi-transportlint toimetab siis valmis tsemendijahu kaetud teed kaudu silodesse (aitadesse), kust tsement ärasaatmise juures automaatselt eksiloor-täitmisaparaatide ja kaalude abil tünnidesse või džuut- ehk paberikottidesse pakitakse. Müügile tulev tsement saab vastavalt tellimisele pakitud kas tünnidesse, mis kaaluvad brutto 180 kg ning netto 170 kg, džuutkottidesse, mis kaaluvad 85 ehk 57 kg netto ja paberikottidesse 57 kg netto-kaaluga.

Tootmisprotsessi juures tooresmaterjalid, nende segud ja valmis-tsement alluvad vabriku laboratooriumis täpsetele katsetele, kas nad ka vastavad ettekirjutatud normidele.

Käitisele, valgustamiseks jne., tarvisminevad energiahulgad saadakse turbo-aggregaadi ja veejõu kasutamisel veeturbiini abil, kus juures kogusummas saa-

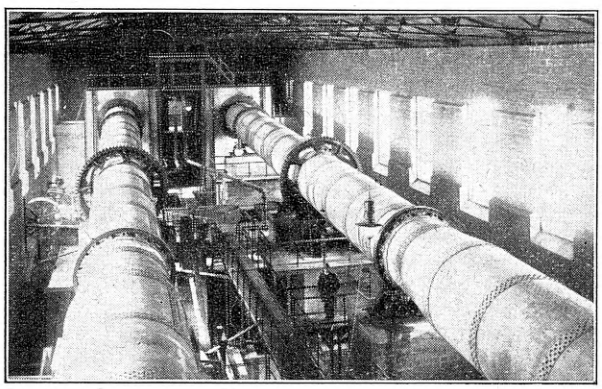
dakse 2200 h.-j., millised kõige suuremal määral elektri teel juhitakse tehase üksikutesse osakondadesse.

Omas kõige moodsamate saagimis-seadistega ja tünnivalmistamis-masinatega varustatud saeveskis ja tünnivabrikus valmistatakse tünni- ja põhjalaudu, ning valmistatakse ka masina teel kuni 1500 tsemendi tünni päevas.

Moderniseeritud tehas võiks aastas produtseerida 500.000 normaal-tünni portland-tsementi, kuid oma maa tarvidus ja müügivõimalused naabermaadesse ei vasta praegu sellele tootmis-võimalusele.

Peale portland-tsemendi müüb tsemendivabrik omast produktsioonist Daani vabrikute esindajana eriti kiiresti siduvat tsementi ja dekoratsiooni ja ilustamistarveteks valget Inglismaal valmistatud tsementi ning kõrgekvaliteedilist Daani pestud kriiti (märk „kirik"), pulveriseeritud ja tükkides.

Oma betoonsaaduste tööstusest müüb vabrik ehitustarveteks: tsement-katusekive viies erilises vormis: rombilised kivid, soonelised--, ühelaineline S-vorm-, kahelainelised ja harjakivid, värvitud ja värvimata, tsement-müürikivid, kanalisatsiooni- ja kaevutorud, kõnniteeplaadid, kui ka ettetellimisel paekive oma paemurdudest, peale selle ehitusliiva ja valmis tehtud potisepa savi.



Vaade 65 m pikkusesse ahjuruumi.

Põllumajanduslikeks otstarbeiks müüb tehas peenelt jahvatatud väetislupja („rammulupja"), mida valmistatakse kodumaisest lubjakivist.

Laiaulatuslik raudtee-, telefoni- ja valgustusevõrk ühendab omavahel mitte ainult peatehase hooneid, vaid ka kõrvaltööstusharude omi.

Kõrvaltööstustest võib nimetada: mehaaniline töökoda ühes lukusepakojaga, sepikoda ja tisleri töökoda, millistes võetakse ette ka võõraste isikute paranduse töid; veduridepood, aitadekompleksid, kaupade- ja masinaosade ladu jne.

Kunda sadama asutas 1814. aastal Kunda mõisa tolleaegne omanik P. J. von Schwengelm. Tema ja tema järeltulijate J. Schnackenburg'i ja bürgermeister Johann Carl de Soucanton'i ajal kasutati Kunda sadamat peamiselt põllumajanduse saaduste, piirituse ja saeveskist saadud lauamaterjali väljaveoks, samuti ka tähtsate artiklite sisseveoks, nagu: sool, heeringad, kivisüsi jne. Balti raudtee ehitamisega lõppes Kunda sadama tähtsus, kuna ka Virumaa kaubavahetus läks nüüdsest peale Tallinna kaudu, ja sadam oleks juba tol ajal tähtsuseta kohaks saanud, kui mitte 1870. a. asutatud tsemendivabrik ei oleks temale edaspidise töötamisvõimaluse annud. Alguses mõõdukas tsemendi väljavedu sadama kaudu kasvas ühes vabriku suurenemisega järjekindlalt ja saavutas 1913. aastal 190.000 tünni tsemendi väljaveoga ja 2 miljoni puuda kivisöe sisseveoga rekordarvu.

Juba maailmasõja ajal algas söeimpordi ärajäämisega tagasiminek sadama tegevuses, ja viimse aja muutuste tagajärjel on ka tsemendi väljavedu Soome ja Leetu alatasa vähenenud.

Kui tsemendivabrik 1922. aastal rentis sadama, siis elektrifitseeris ta ka 3 tõstekraanat ja laiendas elektri valgustuse töökohtades ja korterites. Mõlematest sadama sildadest, mis on 111 resp. 76 sülda pikad, saab kitsarööpalisel sadama raudteel kohale toimetatud tsement venedesse laaditud; see sünnib suuremalt jaolt nii, kuna vee sügavus sildade juures on ainult 7 jalga, — vened toimetatakse oma puksiirauriku abil reidil ankruvate aurikute juurde.

Laialdased aidaruumid, ametnike- ja tööliste korterid, sadama kontor, tolliamet, elektri energia transformaatorjaam, tuletorn, puurkaev ja laiaulatuslik raudteevõrk täiendavad sadama sisseseadet.

Tsemendivabrikus töötab praegu umbes 30 ametnikku ja 600 töölist, kes elavad nägusates, ilusatest aedadest ümbritsetud majades.

Tehasesse mahutatud väärtused näitavad bilansi järele 31. detsembrist 1931. aastal, järgmised summad:

Maakrundid	Kr.	58.250.—
Kinnisvara	„	3.127.462.16
Masinad	„	2.654.985.63
Raudteed	„	1.117.840.92
Põlevkivikaevandused	„	115.762.36
Vallasvara	„	56.729.49

Laiaulatuslik veevärk koos puurkaevuga ühendab elumaju ja käitise osakondi omavahel, kus juures ka tulekahjude nõudmisi arvurikaste hüdrantide püstitamisega arvestati. Vabriku tuletõrje koosneb ametnikkudest ja töölistest, ning on ka oma orkestri moodustanud.

Haigemajas ja külgehakkavate haiguste barakkis tegutseb alaline tervishoiu personal: arst, velsker ja halastajaõde. Peale selle võiks üldkasulikkude asutistena veel nimetada: aurusaun ühes kesk-pesumajaga ametnike ja tööliste tarvis, avarad kooliruumid, eluruumid kooliõpetajaile, tööliste raamatukogu ühes seltsimajaga, nägus kirik jne. jne.

Vabriku asukoht, mis katab 270 dessatiinilise maaala, omab aialinnakese ilme hästi korrashoitud tänavatega, kõnniteedega, pargiga jne. Vabriku maa-alal asuvad elanike hõlbustuseks mitu kauplust, pagaritööstus, söögimaja, suur jahuveski ja meelelahutuseks veeremängu tee, spordiplats,kino jne., nii et elutarvete eest on igatepidi hästi hoolt kantud.

Kütteaine kokkuhoid vee- ja õhueelsoendajatega; mehaanilised küttekolded kivisöele, põlevkivile, turvale ja puujäänustele.

Nagu teada, lahkuvad sagedasti suitsugaasid aurukatlast kõrgete temperatuuridega — suur kogu soojust läheb kaduma. Nende gaaside soojusest võib võrdlemisi palju tagasi võita vee- ja õhueelsoendajatega. Firma Kablitz esimesena umb. 30 aasta eest lasi turule *ribitorudega-ökonomaiserid.* Õhu eelsoendamiseks ehitab Kablitz *voolujoonte-ribitorudega õhu eelsoendajaid, kuubus-ribiplaatidega õlueelsoendajaid* ja *sileto-rudega turbo-õhueelsoendajaid.* Kablitzi eelsoendajatega saavutatakse kütteaine suurt kokkuhoidu, näiteks

I Liivimaa suhkruvabrikus Mitavis 23% söeküttel. Eestis on samuti tarvitusel Kablitzi öknomaiserid heade järeldusega. Kablitzi *ülelükke-küttekolded* väärivad tähelepanu, kuna neid võib kohandada suuremate ümberehitusteta igasugusele kõvale kütteainele, ka põlevkivile ja turbale. Viimastele on Kablitz Venemaal ehitanud küttekoldeid suurel arvul.

Teedeministeeriumis kinnitati: Laatre hoolealuste maja projekt, Valgamaal (dipl. ins. A. Sõber); Jaani koguduse vanadekodu projekt Tartus (dipl. arh. E. A. Ü. P. Mielberg); Peebu algkoolimaja projekt Võrumaal, uue ehitisena varem kinnitatud samanimelise ümberehituse projekti asemel (Põllutöökoja ehitustalitus, arh. E. A. Ü. A. Volberg); Tööstuskooli juurde- ja ümberehitusprojekt Võrus (dipl. ins. E. Villmann); Aluvere algkoolimaja juureehituse projekt Virumaal (arh. M. Kolk); Tamsalu seltsimaja projekt (dipl. ins. K. Kaal); Annemõisa vanadekodu paviljoni projekt (dipl. arh. E. A. Ü. A. Matteus). *B.*

TEHNILISED OSKUSSÕNAD.

(13 järg.)

Kirves — Axt.

1229. Kirves — *Axt.*
1230. Kirve tera—*Schneide*
1231. Kirve silm — *Haube.*
1232. Kirve vars — *Axtstiel, Helm.*
1233. *Puusepakirves — Bankaxt.*
1234. Tapikirves — *Stossaxt.*
1235. Tahumisekirves — *Beil.*
1236. Ristkirves — *Texel, Dexel, Dechsel.*

Höövel — Hobel.

1237. Höövel — *Hobel.*
1238. Höövlipakk — *Hobelkasten.*
1239. Höövliraud — *Hobeleisen.*
1241. Hööveldama — *hobeln.*
1244. Höövlilaastud — *Hobelspäne.*
1245. Dopelthöövel — *Doppelhobel.*
1246. Dopeltraud — *Doppeleisen.*
1247. Katteraud — *Deckel, Kappe.*
1248. Krupphöövel — *Schrubbhobel.*
1249. Suurhöövel — *Langhobel.*
1252. Simsihöövel — *Simshobel.*
1253. Valtsihöövel — *Falzhobel.*
1254. Nuuthöövel — *Nuthobel.*
1255. Nõguhöövel — *Schiffshobel.*
1256. Profiilhöövel — *Profilhobel.*
1257. Höövelpink — *Hobelbank.*
1258. Kruuvpakk — *Zangen der Hobelbank.*
1259. Pingipulk — *Bankhaken, -eisen.*
1260. Höövelmasin — *Hobelmaschine.*

Peitel — Stemmeisen, Beitel.

1261. Peitel — *Stemmeisen, Beitel.*
1262. Peitliga raiuma — *stemmen.*
1264. Purask — *Lochbeitel.*
1265. Poolümarpeitel — *Hohleisen.*
1266. Nurkpeitel — *Geissfuss.*
1267. Liimeister — *Ziehmesser, Zug-.*

Nael — Nagel.

1270. Nael — *Nagel.*
1271. Naelutama — *nageln.*
1274. Naelaraud — *Nageleisen.*

Liim — Leim.

1275. Liimima — *leimen.*
1276. Liim — *Leim.*
1277. Kruuviklamber — *Schraubzwinge.*

Käi — Schleifstein.

1278. Käi — *Schleifstein.*
1279. Käiaküna — *Schleiftrog.*
1280. Käia terasus — *Körnung des Schleifsteins.*
1281. Taht — *Abziehstein.*
1282. Õliluisk — *Ölstein.*
1283. Teritama, ihuma — *schleifen.*
1284. Lihvketas — *Schleif-, Polierscheibe.*
1285. Smirgel — *Schmirgel.*
1286. Smirgelpaber — *Schmirgelpapier.*
1287. Smirgelriie — *Schmirgelleinwand.*
1289. Smirgelseib — *Schmirgelscheibe.*
1293. Smirgelpulber — *Schmirgelstaub, -pulver.*
1293a. Karborund — *Karborundum.*
1293b. Elektriit — *Elektrit.*

Karastus — Härten.

1294. Karastama—*härten.*
1295. Karastus — *Härten.*
1296. Tagasilaskma — *an-, nachlassen.*
1297. Tagasilaskumine — *An-, Nachlassen.*
1298. Tagasilaskumise värvid (muutevärvid) — *Anlassfarbe.*
1299. Kõvadus — *Härte.*
1300. Looduslik kõvadus— *Naturhärte.*
1301. Ülikarastus — *Glashärte.*
1302. Kõvaduse astmik (skaala) — *Härteskala.*
1303. Kõvaduseaste — *Härtegrad.*
1304. Karastamispulber — *Härtepulver.*
1305. Karastusmõra — *Härteriss, Hartborste.*
1306. Tsementima, kalestama — *Zementieren.*

Joode — Lot.

1322. Joode — *Lot.*
1308. Jootma, tinutama — *löten.*
1310. Jootmine — *Löten.*
1311. Jootekoht — *Lötstelle.*
1314. Jooteõmblus — *Lötnaht.*
1315. Jootekolb — *Lötkolben.*
1316. Jootevasar — *Hammerkolben.*
1317. Joote tippkolb — *Spitzkolben.*
1318. Jootepõleti — *Lötbrenner.*
1319. Jootelamp — *Lötlampe.*
1312. Kergejoode, pehmejoode — *Weichlot.*
1313. Kõvajoode—*Hartlot.*
1323. Tinajoode — *Zinnlot.*
1324. Kiirjoode—*Schnellot.*
1325. Jootevedelik — *Lötwasser.*
1326. Jootehape — *Lötsäure.*
1327. Jootetoru — *Lötrohr.*
1330. Valukulp — *Giesslöffel.*

(Järgneb.)

Autoasjandus.

EESTI, LÄTI JA LEEDU OMAVAHELINE NÕUPIDAMINE MAANTEEDE ASJUS 26.—28. SEPT. s. a. RIIAS.

Päevakord: 1. Omavaheline informatsioon maanteede võrgu asjus, teede liigituse, korrashoiu, tööde hindade, masinate tarvitamine jne. 2. Reeglipärane autobuste liiklemine reisijate ja kaupade vedamiseks ning autobuste võistlus raudteega. 3. Rahvusvaheliste magistraalteede kindlaksmääramine turistide liiklemiseks ning nende teede korrashoiu küsimused. 4. Lätimaa teede ülevaatus.

Eesti poolt võtsid nõupidamisest osa: Teedeministeeriumi Maanteede ja Ehituse osakonna direktor insener *H. Perna* ja sama osakonna maanteede inspektor *V. Nemirovitsh-Dantshenko.* Maaomavalitsuste poolt: Võru maaval. teede osakonna juhataja *P. Mäggi,* Tartumaa insener *J. Lenzius* ja maaomaval.-liidu sekretär *F. Vellner.* Eesti teedeuurimise seltsi poolt: Tallinna linnapea abi hra *K. Virma,* Eesti Autoklubi esimees *J. Zimmermann* ja riigi põlevkivitööstuse direktor ins. *M. Raud.*

Teedeministeeriumi ametnikud ja Eesti Autoklubi esimees alustasid oma teekonda Autoklubi esimehe „Auburn"-autol 25. sept. Tallinnast järgmise marsruuti järele: Tallinn—Pärnu—Kilingi-Nõmme—Karksi-Nuia—Polli piiripunkt — Volmari—Võnnu—Sigulda (Segevold)—Riia. Maaomavalitsuse esindajad sõitsid samal päeval Tartust välja läbi Rõngu—Tõrva—Karksi-Nuia ning edasi koos Teedeministeeriumi esindajatega. Väljasõit Tallinnast oli 25. IX. kell 8.30 paiku. Tulek Pärnu kell 11.15. Nõmmel oli 15 minutiline peatus. Seega 146 km sõideti 2½ tunniga, või keskmiselt 58 km/t., mis näitab, et Tallinna—Pärnu tee oli heas sõidukorras.

Peale ¼-tunnilist peatust Pärnus jatkati teekonda Karksi-Nuia poole, kuhu jõuti kell 14.15. Seega 86 km vahe sõideti läbi 2.45 tunniga või keskmiselt 31,2 km/t. kiirusega. See teeosa oli siiski raskem, võrreldes esimese osaga. Eriti raske tee oli Pärnu—Kilingi-Nõmme vahel liivase pinna tõttu. Kurvete rohkus ning kohati tõusud ja langud teevad takistusi sõitmisel. Kella 15. jatkati teekonda kahel „Auburn"-autol piiri poole (18 km), kuhu jõuti kella 15.30 paiku. Nuia—Läti piiri vaheline tee on naturaalkohuslaste II klassi tee. Seda tuleks eradina ka hööveldada, eriti *Lilli* talu ja piiri vahel. Kell 16.00 jatkati teed juba Lätimaal Võnnu poole. Piirist kuni Volmarini on umb. 60 km. Siin on harilik kruusa tee, mis hoitakse korras Läti teede departemangu poolt. Võrreldes endiste aastatega, on tee seisukord paranenud. Teed on hööveldatud, kohati laiendatud, kraavid kaevatud, kuid kruusitamine jätab soovida. On karta, et praeguses seisukorras see tee hilissügisel ja varakevadel on vaevalt kõlbulik autodele. Volmari—Võnnu vaheline kruusatee oli juba paremas seisukorras, mis seletatav seega, et lätlased kahe maakonna-linna vahelisest teest on rohkem huvitatud. Ka siingi puudub korralik kruusakate ja pealegi on tee rööpline. Enne Võnnut algab ehituselolev killustiktee, mille ehitamine jäeti tänavu seisma rahapuudusel.

Riiast kuni 65 km Võnnu poole on tee bitumiiniga kaetud. Kella 19.00 jõuti Segevoldi, nii et Läti maanteedel sõideti 3 tunniga 128 km (keskm. tunni kiirus 42 km). Segevoldis ööbiti ning järgmisel päeval 26. IX. kell 9 jatkati teekonda Riiga, kuhu jõuti kl. 10.

Võnnu—Riia vahelise teeosa kohta peab tähendama, et autode liiklemine on siin kaunis suur ning hobuseliiklemine on vähemuses. Riia—Võnnu—Volmari ja Riia—Segevoldi vahel töötavad väga edukalt autobuseliinid.

Nõupidamise 1. päev 26. IX. Nõupidamine peeti Läti Teedeministeeriumis. Nõupidamise avas Läti Teedeministri asetäitja välisminister hra *Sarinš* oma tervituskõnega ning palus valida koosoleku juhatajat. Koosoleku juhatajaks valiti Läti maanteede departemangu direktor ins. *J. Melnalksnis.* Järgnesid tervituskõned meie ja Läti ning Leedu esindajate poolt. Päevakorra p. 1-le üleminnes võttis sõna Läti maanteede dep. tehnika-ameti juhataja ins. *A. Silleneeek,* tehes üksikasjalise ülevaate Läti teede seisukorrast ning maanteede departemangu tegevusest. Sellele järgnes Eesti maanteede ja ehituse osakonna dir. ins. *H. Perna,* ja tema järele Leedu maanteede ja veeteede valitsuse maanteede osakonna ülema ins. *Tuskenise* ettekanded.

Ettekandeist selgus, et Eestis ja Lätis maanteede korraldused on üksteisele sarnased, kuna Leedus on veel maksev vana kord, mille järele Teedeministeeriumi alla käivad ainult killustikteed. Kruusateed on aga omavalitsuste järelvalve all, mis omakorda alluvad Siseministeeriumile, nii et Teedeministeeriumil ei ole kruusateedega üldse tegemist. Viimasel ajal on ka Leedus jõutud arvamisele, et järelvalve kõigi teede üle peaks olema Teedeministeeriumil, ning väljatöötamisel olevat uus Maanteedeseadus, mis peab asja lõplikult korraldama. Peale ettekannete kohta tehtud mõteteavalduste lõpetati koosolek kell 16.00 paiku, otsustates, et järgmisel päeval päevakorras oleks Riia ümbruses olevate teede ülevaatus Läti maanteede departemangu poolt ettepandud kava järgi.

Teine päev 27. IX. Kell 10 hom. sõideti Riiast välja Kemmerni poole mööda killustikteed, mis viib üle Bulli—Majori—Sloka—Kemmerni. Kogu ulatusel, väikese vahega Melluzi juures, on siin olemas killustiktee, mis kuni Slokani on bituumendatud.

Maanteed on heas seisukorras. Bituumendamine on tehtud peaaspinna käsitamise viisi järele „Spramexiga" ning „Banoga" (Rootsi aine). Korrashoid ja lappimine teostatakse peaasjalikult väljamaa emulsioonidega nagu „Colas" j. m. Üle Leelupe jõe (Kuuramaa Aa) on Bulli juures ehitatud pontoonsild, milleks on ärakasutatud Riia linna vana pontoonsild. Sloka linnast algab uus killustiktee kuni Kemmerni, umbes 10 km ulatusel. Ümbruse pind on liivane, kohati tulevad ette ka turbarabad. Sloka ja Kemmerni vahel leidub niinim. *devonpaasi,* mis kasutati paekivist killustiku valmistamiseks tööta tööliste abil. Maan-

tee üldlaius on siin 9 mtr ning killustiku sõiduosa laius 5 mtr. Killustik on pandud otse liiva peale ilma kividest aluseta. Killustiku kihi paksus on 0,18—0,20 mtr. Rullimisel liiva väljapressimise ärahoidmiseks pannakse liivasele pinnale kanarpiku-kiht. Kinnirullitud tee avatakse liiklemisele ning peale 2—3 kuu seismist bituumendatakse tema pealispind, tarvitates 4 kuni 5 kg/m² bituumeni.

Järgmisel aastal bituumendatakse tee uuesti, tarvitates seejuures kuni 2 kg/m² bituumeni. Edaspidiseid bituumendamisi teostatakse tarvidust mööda, kusjuures märgata on, et korduvalt bituumendatud teekatte vastupidavus suureneb. Selle nähtuse iseloomustamiseks võib ette tuua, et:

1928. a. oli Lätis 51 km bituum. teed ja neid bituumend. 100% ulatusel; 1928. a. oli 90 km teed ja bituumend. 98% ulatusel; 1929. a. oli 154 km teed ja bituumend. 73% ulatusel; 1930. a. oli 168 km teed ja bituumend. 83% ulatusel; 1931. a. oli 203 km teed ja bituumend. 45% ulatusel; 1932. a. oli 220 km teed ja bituumend. 13% ulatusel, millest järgneb, et bituumendatud teede pikkus järjest kasvab, korrashoitud pind aga väheneb. Rahapuudusel bituumendati 1932. a. ainult 13% (õieti 25%).

Kemmernist sõideti *Tukkumi*, mööda kruusateed ja Tukkumist *Jelgava*, samuti kruusateel kuni *Livberze* raudtee jaamani, kust algab killustiktee Jelgavani. Mõlemad kruusateed on võetud üle teedekapitali arvele naturaalkohuslaste käest. Korrashoid jätab aga paljugi soovida, sest tegutsevad ainult teehöövlid, ilma et teed oleksid korralikult kruusitud.

Siinjuures võiks tähendada, et praegusel ajal Lätis on ülevõetud teedekapitali arvele 1297 km kiviteid ja 7675 km kruusateid. Et aga kiviteede, peaasjalikult killustikteede korrashoid nõuab lõviosa kulusid, siis kruusateede korrashoid teostatakse ainult teehöövlitega, ilma et oleks midagi tehtud kruusa väljavedamiseks ja selle kvaliteedi tõstmiseks.

Livberze ja Jelgava linna vahel on korralik killustiktee — vesimakadam. Jelgava ees-linnaosas on aga ärakulunud aukline killustiktee, millel autoga vaevalt 10—20 km kiirusega saab sõita, kuigi lubatud kiirus on 40 km/t. Selle teeosa korrashoidmiseks linnavalitsusel nähtavasti puudub raha, ning kõne all on tee ülevõtmine Maanteede departemangu kätte.

Jelgava linnavalitsuse poolt oli korraldatud maanteedetegelastele südamlik vastuvõtt. Õhtusöögi ajal tervitas linnapea külalisi ja peeti rida vastastikke tervituskõnesid. Kell 10 õhtul sõideti tagasi Riiga. Jelgava—Riia vaheline maantee on kogu ulatusel (40 km) ilus bituumendatud killustiktee. Vaatamata sellele, et paralleelselt maanteele läheb ka raudteeliin, siiski on olemas kahe linna vahel väga elav autobuse ühendus, kusjuures autobused liiguvad iga 15 minuti tagant.

Kolmas päev 28. IX. Kella 10 paiku avati üldkoosolek ning mindi üle päevakorra p. 2 ja 3-le. Päevakorra p. 2 kohta kandsid ette Läti poolt ins. *Svank*. Eesti poolt dir. *Perna* ja insp. *Nemirovits-Dantshenko* ning Leedu poolt ins. *Tuskenis*. Eesti ja Läti aruandjate kirjalikud ettekanded otsustati lisada protokollile juure. Leedu esindaja tegi suulise ettekande ning teatas, et praegusel ajal autobusside liiklemine Leedus on veel täiesti *vaba* ning *väljaspool* ministeeriumi kontrolli, kuid tulevikus ka Leedus pannakse maksma sama kord nagu Lätis ja Eestis.

Päevakorra p. 3 kohta refereerisid Läti poolt ins. *Sillaneek*, Eesti poolt dir. *Perna* ja hra *Zimmermann* ning Leedu poolt ins. *Tuskenis*. Eesti ja Läti vahel jõuti turistide vaheliste teede suunade asjus põhimõtteliselt kokkuleppele, määrates ka ette, millised piiripunktid on vajalikud mõlemale riigile. Läti ning Leedu vahel pole veel võimalik neid teid ja punkte kindlaks määrata, kuna maanteed Leedumaal ei ole veel Teedeministeeriumi valdamisel. Peale päevakorra lõppu peeti läbirääkimisi nõupidamise protokolli asjus, määrates üldjoontes protokolleerimisele tulevaid küsimusi ning põhimõtteid. Valiti redigeerimiskomisjon lõpp-protokolli kokkuseadmiseks, kuhu valiti Läti poolt ins. *Kirpit*, Eesti poolt insp. *Nemirovitsh-Dantshenko* ja Leedu poolt ins. *Tuskenis* ning lõpetati koosolek kell 15. Edasi pidi järgnema betoonteede-osa ülevaatus Riia—Jelgava maanteel, milline ära jäi vihmase ilma tõttu. Selle teeosa pikkus on 1 km. Ta on ehitatud tambitud betoonist 1:2:4,5 ühes vahedega iga 10 m peal ning kerge raudarmatuuriga. Sõiduosa laius 5 m. Tee on seisnud juba 2 aastat. Seisukord olevat väga hea. Ainult liidustes (vahedes) on märgata betooni killunemist, mis on seletatav liiga väikeste vahedega ning selle tagajärjel tõusnud betoonkihiga.

Vaadati üle osa killustikteed, mis ehitatakse Riiast Dünaburgi poole hädaabitööde korras sama põhimõtte järgi nagu Sloka—Kemmerni vaheline teegi. Lõpuks oli maanteede departemangu masinate keskparandustehaste ülevaatus. Selle kohta peab tähendama, et lätlastel on see asutis suurejooneliselt sisseseatud, ning kõik tarvisminevad parandused ja ümberehitused teostatakse selles tehases.

29. sept. avati lõppkoosolek kell 11 ning loeti ette protokoll. Viimane võeti ühelhäälel vastu ja kirjutati alla.

Nõupidamisel vastuvõetud seisukohtadest oleks tähtsamatena märkida järgmisi:

1) Maanteed omavad suure tähtsuse rahva kultuurilises ja majanduslikus arengus, mispärast nad peavad olema liiklemiskõlvulised aasta läbi.

2) Naturaalkohustus kui kohaliku elanikkonna peal lasuv raske kohustus, ei vasta enam ajanõuetele ning peab asendatama moodusega, kus teede korrashoid oleks võimaldatud selleks määratud erisummadest.

3) Maanteedevõrgu arendamine peab olenema rahva kultuurilistest ja majanduslikest nõuetest, millele ei saa takistuseks olla konkurentsi kartus teiste liiklemisvahendite suhtes.

4) On vaja leida ja kindlaks määrata maanteede katte normaalne tüüp, millele eelneks maanteede täpse tonaaži kindlaksmääramine.

5) Eduka teede korrashoiu saavutamiseks tuleb võimalikult suuremal määral kasutada teedemasinaid.

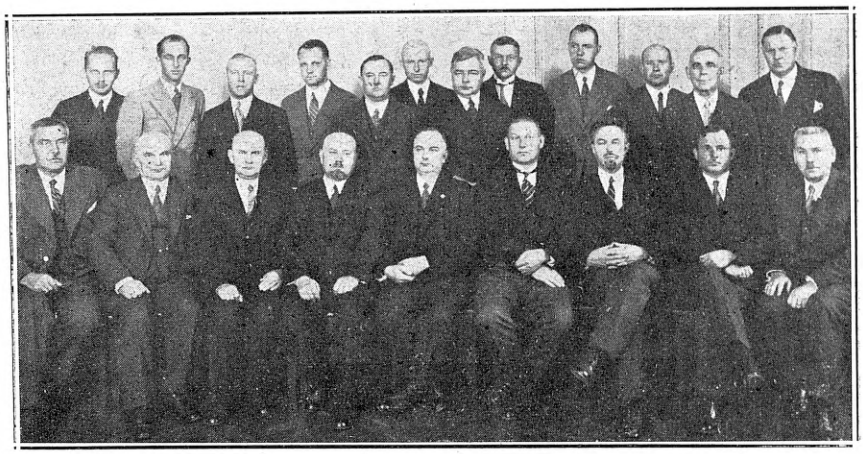
6) Riikidevahelised magistraalteed tuleb korraldada ühtlaselt. Selleks kindlaksmäärata üks kindel magistraal-liin riikide pealinnade ühendamiseks, kus tulevad võimalikult täpselt märkida rahvusvahelised märgid ja signaalid.

7) Turismi edustamiseks on soovitav, et piiri läbikäigu-punktid Läti ja Eesti vahel: Ikla—Ainazi, Laatre—Plaatere, Polli—Polites, Valga—Valka, Mäe—Murati, Cirulkrogs—Lauri oleks avatud ühel kindlal kellaajal. Riikide pealinnade magistraalteede piiripunktid peaks võimalikult avatud olema 24 tundi. Eesti ja Läti vahel selliseks punktiks oleks Polli.

8) Järgmiseks nõupidamiseks on tarviline koguda materjali teede tehnika ja finantsstatistika kohta.

9) Regulaarsel autoliikumisel sellistel teedel, kus nendest võib tekkida võistlus raudteedele, tuleb arvestada mitte ainult raudteede, vaid ka kogu rahva huvidega.

10) Peetakse soovitavaks, et sellised nõupidamised korduks iga aasta. Järgmiseks nõupidamise kohaks määrati kindlaks Eesti ja nõupidamise ajaks augustikuu 1933. a.



Riias 26.—28. sept. 1932.nõupidamisest osavõtjad.

Järgnesid üksikute riikide esindajate viimsed kõned koosoleku lõpetamise puhul ning avaldati tänu Läti valitsusele ning koosoleku juhatajale lahke vastuvõtu ja heakorra eest, mille järele kell 11.45 lõpetati koosolek.

Sõit tagasi Tallinna. Riiast sõideti välja kell 12.45 Vidzeme killustikteed mööda ning 3 tunniga jõuti Eesti piirile Mäe-Murati — 205 km. See killustiktee oli terves ulatuses Lätimaal korras. Kella 16 paiku alustati teekonda Mäe-Muratilt—Rogosi kaudu Võrru (38 km). Peab konstateerima, et meie killustikteeosa jätab palju soovida, põhjuseks on muidugi rahapuudus ja võrdlemisi väike liiklemine. Kruusatee osa Võruni oli korralik, kuid raske profiiliga (Haanja, Munamäe ümbrus). Kell 18.30 jõuti Tartu. Võru—Tartu vaheline teesoa (73 km) sõideti läbi 75 minutiga, mis tõenduseks, et see teeosa on väga heas sõidukorras. Kell 22.30 jatkati teekonda Tartust Tallinna Jõgeva—Järva-Jaani—Aegviidu kaudu. Tallinna jõuti 30. IX. kell 2.30 hom. umb. nelja tunniga (212 km).

RAUDTEE JA AUTO.

Võistlus, mis on tekkinud raudteede ja auto liiklemise vahel, on põlevamaks küsimuseks nii meil kui ka teistes euroopa riikides. Küsimus on enesest väga suure ulatusega ja seepärast on peaaegu kõigis riikides astutud samme abinõude otsimiseks, kuidas võiks seda võistlust kõrvaldada ehk vähemalt neid vastolusid kooskõlastada, mis on tekkinud raudtee ja auto vahel.

Paljud suurriigid, kus on hea ja laialdane raudteedevõrk, on katsunud seadusandlisel teel korraldada raudtee ja jõuvankrite koostööd, kuid kasulikumaks on osutunud raudteevalitsuste ja autoliiklemise ettevõtete omavahelised kokkulepped, nagu Austrias, Šveitsis, Ungaris ja ka Saksamaal tehakse katseid sel alal.

Ka meil, Eestis, tuleks oma *raudtee- ja autoasjanduse* peale vaadata teiselt seisukohalt, kui seda teeb meie teedeministeerium. Meie ei hakka kritiseerima end. ministri poolt läinud septembri kuus maksma pandud jõuvankrite seaduse elluviimise määruse muudatust, mis sisaldab meie oludes omapärast võistlusabinõud raudtee kasuks ja autoliiklemise mahasurumiseks, kuid laseme kõnelda alljärgnevatel ridadel, mis *„Frankfurter Zeitung“* oma eriväljaandes avaldab ja mis õpetlik peaks olema neile, kes soovib autovõistlust raudteega allasuruda viimase kasuks.

„Kõik lahendused, mis tahavad siduda *jõuvankri* liiklemist raudtee tariifsüsteemiga, on *valed.* Vale oleks ka katse ühendada nii erinevaid transportvahendeid, kui raudtee, jõuvanker, laev, *üheks* otstarbeks.

Teiselt poolt, ei tohiks eesõigustada ei raudteed, jõuvankrit ega laevasõitu. Lubatud peaks olema majanduslikult kasulik võistlus, mis kaotaks senini valitsenud *raudtee monopoli,* tooks enesega kaasa veokulude vähenemise ja transportsaavutuste paranemise. See olgu manitsuseks raudteele, anda teed teistele veoabinõudele, eriti *jõuvankrile,* et need võiksid liituda orgaaniliselt rahvusliku liiklemissüsteemiga vastavalt oma *võimetele* ning *kuludele.* Seeasemel, et raudteeliiklemise struktuur muudatuste ees silmad sulgeda, võiks raudtee võtta põhjalikule uurimisele oma ökonoomsuse küsimuse, ning anda vaba voli arengule, mida ikkagi takistada võimatu, ja millest ta ise saavutaks värsket jõudu, kui ta teda vägivaldselt ise maha ei suru. Väidetakse, et raudtee liiklemise vähenemise tähtsamaks põhjuseks on *jõuvanker.* Nii siis peetakse struktuurmuudatusi liiklemises raudtee viletsa rahalise seisukorra peapõhjuseks. Mõnes riigis (U. S. A.) tuntakse võistlust rohkem eraautode näol, teistes (Inglismaal), *peetakse* suurimaks võistlejaks *kaubaveoautosid.* Ka Saksamaal kaebatakse kaubaveoautode üle. Saksamaal, kus jõuvankrite liiklemine mitmesugustel põhjustel (sõda ja inflatsioon) niivõrd on mahajäänud, et praegu tõsisest võistlusest ei või olla juttugi. Auto on pealegi *liiklejate* juuretoojaks raudteele, seega autotööstus on hea „kunde“ raudteele. Isegi sel juhul, kui jõuvankrite liiklemine jääks päris soiku riigiraudteede kulul, ka siis oleks raudtee sissetulekute suurenemine vaevalt nimetamisväärt.

Millises suunas töötasid Ühendriikide raudteed ja veopunktid, et saavutada koostööd? Jõuvankriliiklemine Ühendriiges on üldiselt vaba. Liinipidamine on küll seotud litsentsiga, mida aga kergesti antakse. Monopolidest ei pea U. S. A. lugu, nii et on olemas võimalus, et parem liiklemisvahend ajajooksul pääseb võidule. Raudteed püüdsid kõigepealt omandada jõuvankri paremusi (vedu majast majja), asutades ise jõuvankri liine, autoühinguid, tehes lepinguid viimastega. Otsustav on siin *koostöö,* mitte *mahasurumise* mõte. Raudteed Ühendriiges ei karda sulgeda kasutuid raudteejaamavahesid, vaid nad seavad selle asemel isegi jõuvankriliine sisse.

Pennsylvania kuberner kuulutab ette, et tulevikus eemaldatakse kasututelt raudteeosadelt *roopad* ja betoneeritud alust kasutatakse *autoteena*. Raudteed muutuvad selkombel autoteedeks, mille kasutamine sünnib teatud tasu eest. Inglismaal on areng läinud peaaegu sama rada: jõuvankriliiklemise lülitamine majandusliselt kasulikku liiklemissüsteemi.

Nagu kõik transportvahendid, nii ka raudtee omab loomulikke paremusi ja piire. Vaatamata oma 100 aastasele vanusele, ei ole ta tehniline areng veel lõpul; siiski ei või enam oodata revolultsioonilisi leiutisi. *Tema tulevik seisab õiges ühenduses teiste veoabinõudega,* eriti jõuvankrite ja lennukitega. Raudtee loomulik tugevus seisab tema suures saavutusvõimes (massiline vedu ja kiirus). Suurte kauguste ületamisega ning massilise inimeste ja kaubaveoga tuleb raudtee kõige paremini toime. Siin ületab ta täielikult nii jõuvankri, laeva, kui ka lennuki. Isegi siselaevasõit ei saa siin võistelda raudteega, kuna ta ei sobi iga kaubaveoks, on seotud veekogudega ja on liig aeglane.

Kiiruses ületab ainult lennuk raudtee, kuid esimene pole määratud massilisele liiklemisele. Raudtee on, just pika maa peal, kiirem jõuvankrist. Seega pole aga öeldud, nagu ei võiks ega peaks raudtee enam kiiremaks muutuma. Kui mitmelt poolt tõestatakse, et raudtee on saavutanud oma maksimaalkiiruse, siis on see eksitus. Siin ei tule mõelda üksikute kiirrongide rekordajale, vaid *keskmistele sõidu- ja kaubaveo rongide kiirusele.* Kahtlemata on nende kiirus veel liig madal. Seda puudust saaks aga kõrvaldada õige organisatsiooni abil. Lühemad rongid, tihedam rongide liiklemine, avalikult teadaantud kaubarongi sõiduplaanid, — need kõik aitavad kaasa edukale võistlusele jõuvankritega. Kus liiklemine on väike ja sissetulek minimaalne, seatagu sisse jõuvankri ühendus. Raudteeühendust ainult sel juhul uuendada, kui raudtee juba olemas, kuna ehitus ja korrashoid nõuab määratuid kulusid, mida parem kokkuhoida tuleks. Võib öelda, et raudteedest kunagi ei saa loobuda transpordis, ja veel järgmised 15—20 aastat moodustab raudtee kindlasti liiklemise selgroo. Kuid tal pole enam edenemis-võimalusi, vaid ainult tagasiminek. Ka *kunstliku toetuse* abil ei saa siin midagi parandada, seeläbi suurendatakse ainult veokulusid, majanduslist kitsikust ja vähendatakse rahvusvahelist võistlus-võimet. Raudtee struktuur *nõuab täielist* võimete kasutamist igal ajal Muidugi võitlevad nad oma languse vastu ja tahavad tungida *täismonopolini.* Need on muidugi loomulikud *enesealalhoiu* püüded, mis vajavad tunnustamist. Kas on see aga rahva üldmajandusele kasulik?

Jõuvanker, mille suund näitab tugevat tõusu, omab suuri paremusi, võrreldes raudtee, kui vanema transportvahendiga. Tähtsamad neist on järgmised:

1) Jõuvankri elastsus ja sõiduvõimalused: ta pole seotud roobastega, ta võib sõita igal pool, kus on sõidutee olemas. Ta ei vaja jaamu, võib peatada igalpool, et võtta peale või laadida maha kaupu või inimesi.

2) Ta võib vastu tulla sõiduplaani muutustele tarviduse korral.

3) Sõiduvaheajad ei ole pikad, isegi vähese rahvaarvuga maakohtades.

4) Sissesead ei nõua suuri kulusid.

5) Kui mõni teeosa muutub kasutuks, võib ta valida teise tee, või teise ümbruskonna. (Raudtee oleks sel juhul täiesti abitu, seisak tähendaks täielist kaotust).

6) Ta ei vaja kaupade ümberlaadimist, kahjud ja vargused tulevad harvemini ette. Kuna ta toob kauba „majast majja", jäävad ära teised veokulud ja jootrahad.

7) Ta ei vaja signaalseadeid, ega järelvalvet.

8) Ta võib igalpool valida otsemat teed.

9) Ta pole seotud vajaduse korral päevaajaga ega teenistustundidega.

10) Teatud piirides on ta kulu väiksem, hinnad madalamad kui raudteel.

11) Üldiselt ei tunne jõuvankrivedu vahettegemist kaupade tariifis, on vaid tasu raskuse ja kauguse järgi.

12) Ta pole väga tundlik, seepärast depressiooni ajal kaotus on väiksem.

13) Eriti kohane on ta kergemate kaupade ja inimeste veoks väiksematel kaugustel.

Neile paremustele seltsivad ka omad puudused, mis kuigi mitte tähtsad, aga siiski olulised:

1) Ta tegevusala on võrdlemisi väike. Suurematel kaugustel ja vähema koormaga peab ta raudteele alla andma.

2) Kaugus ei tohi liig väike olla, kuna siis on kasulikum vedu sooritada hobustel. Kuni 8 km kauguseni ei ole jõuvanker sobivaks veoabinõuks.

3) Jõuvankriliiklemisel puudub suurorganisatsioon, koostöö laialdastel maaaladel. Killustamine aga viib ebaökonoomse võistluseni.

4) Suurtel kaugustel (eriti inimesteveos) on raudtee mugavam.

5) Arvurikkad peatuskohad teevad veo märksa kallimaks.

Kõigepeale vaatamata, jõuvanker kuulub tänapäeva transportsüsteemi, ta on tähtis nii tööstuses kui kaubanduses. Tööstused pole enam sunnitud omi ehitusi rajama kallistele maa-aladele, raudtee, vee, või kanaalide läheduses. Ta muudab elavaks ja elamisvõimeliseks maakohad, mida alles palju hiljem oleks ühendanud välisilmaga raudtee.

Ei ole olemas veoabinõusid, mis ületaks kõik teised igal alal. Igal on oma paremused ja puudused. *Raudteel* on eeldusi raske kauba veoks pika maa peale, *jõuvankril* lühikeste kaugustele. *Laevad* on kasulikud suurtel kaugustel, kui aeg ei mängi mingit osa. *Õhusõit* on kohane suurtel kaugustel, kiireloomuliste kaupade veoks ja halbade teedeolude puhul. *Ainult kõik neli vahendit koos töötades annavad parima tagajärje.*

Ei ole mingit põhjust, muretseda mõnele veoabinõule *monopoli,* sest viimane on ainult siis põhjendatav, kui ta on möödapääsematu. *Võistlust* tuleb alati eelistada monopolile, kuna ta ühtlasi tähendab *edusammu, madalat hinda* ja *elastsust. Monopolid* mõjuvad kergesti majanduslikkude raskustena ja tingivad edasi *monopoliseerimist.* Monopolid on väga kasulikud *monopoliomanikele,* aga teistele, suurele hulgale sünnitavad nad raskusi ja kaotusi.

Kõige kahjulikumaks on osutunud monopol sel juhul, kui ta tahab ühendada, oma iseloomus erinevaid ettevõtteid, näit. mitmesuguseid liikumisvahendeid. Valitsev veoabinõu sel juhul ei lase teistel üldse areneda".

Meil ei ole sellele midagi juurde lisada, vaid soovime, et ka meie raudteevalitsus katsuks asuda uuen-

duste läbiviimisele ja sulgeks omad, riigi- ja rahvamajandusele kahjutoovad, raudteejupid, neid asetades mootor-jõuvankritega. Eesõigustatud seisukoht raudteel on kahjulik meie liiklemise- ja majanduslisele arengule.

*

Eelolev artikkel oli juba laotud kui ilmus „Uudisleh es" kirjutis *„Bürokraatia suur võidupidu"*. Teisedki lehed avaldasid asjast vastavaid kirjutusi. Ironiseeriti end. valitsuse arvel kurikuulsa *„Jonni tänava"* pärast. Toome siin selle üksikasjad võimalikult lühidalt:

Raudtee-elektritrammi ühendus ei rahulda ei tallinnlasi ja veel vähem Nõmme—Pääsküla elanikke — valdeklastest kõnelemata. Ilmus keegi K. Pastarus, kes oli nõus seadma Nõmme—Tallinna vahele moodsa omnibus-ühenduse. Nõmme linnavalitsus oli selle poolt ja ja Tallinna linnavalitsusel polnud ka selle vastu midagi. Vastu oli aga Teedeministeerium, kellele allub mõnisada meetrit teed Harjumaa piirides Tallinna—Nõmme vahel. Et samal asutusel kaitsta ka meie raudtee oma suurte ja ikka suurenevate puudujääkidega, siis keelas viimane kahe linna vahelise autoühenduse. Riigi teel ei tohi võistleja sõita. Võistleja lubas, ja ehitaski eramaa-alale oma autobuste jaoks oma eratee ning avas 22. sept. s. a. Tallinna—Pääsküla omnibusliini. Liini avamiseks, peale ligi aasta kestnud maadlust ametasutustega, oli tal m. s. Teedeministri luba. Kuid — nii imelik ja iseloomustav kui see ka pole — ilmus 23. septembril (järgneval päeval peale uue liini avamist) teedeministri määrus, millega keelatakse erateedel inimeste vedu. Sellele järgnes 26. sept. politsei protokoll K. Pastaruse vastu ja — umbes kuu aega hiljem — karistus: *15 kr. trahvi või kolm päeva aresti ja liin kinni!*

Säh, sulle! Kaks linnavalitsust ja 150,000 kodanikku ei kaalu midagi. Ministriks oli ju põline veneaegne raudteelane. Siis tuli uus valitsus, praegune. Eelmise valitsuse jonnist saadi aru ja praegune teedeminister on juba lubanud kaotada kurikuulsa „Jonni tänava" ja võimaldada moodsat liiklemist vabariigi teedel. Lubas riigikogus rohkemgi — teha puhastust teedeministeeriumis, eriti raudteevalitsuses. Rkl. hr. Tonkman nõudis rohkem: *mäda täielikku väljapigistamist.* Kaugele seekord minnakse-saadakse, näitab tulevik. Puhuvad uued tuuled — seegi on hea...

Selline see lugu. Näitab aga iseloomulikult, et meilgi raudtee on katsunud kõigiti *monopoliseerudo*. On katsutud takistada arengut. On õigus, et *„Eesõigustatud seisukoht raudteel on kahjulik meie liikiemisele ja majanduslisele arengule"*.

Tõime selle pikavõitu järelmärkuse selleks, et kurikuulsa vägikaika vedamine pealinna ja Nõmme elanikkude ning meie teedeministeeriumi vahel unustusse ei jääks. Lugu „jonni tänavast" on õpetlik tulevastele sugupõlvedelegi. Näitab vähemalt kuidas Eestis teedeministeerium veel A. D. 1932. takistas kõigi abinõudega moodsa liiklemise arengut kahe linna vahel.

Autoreporter.

PARIISI AUTONÄITUS 1932. a.

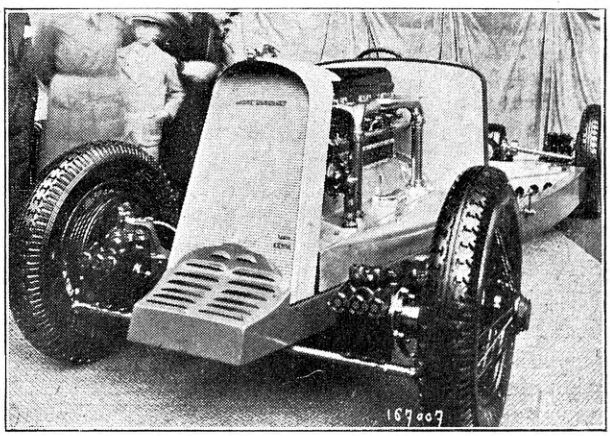
Pariisi autonäitus on möödas. Näitus iseenesest sisaldas palju vähem väljapanekuid kui mõni aasta tagasi. Vaatleme lühidalt, mis oli möödunud näitusel uuduseks: Kõigepealt peab mainima, et uuduseks olid autod võnkuvate assidega, s. o. autorattad ei ole üksteisest äraripp uvad vaid keerlevad võnkuvassi otsas igaüks täiesti oma ette. Pea kõigil autodel on juba olemas „vabajooks". Enamuses olid väikejõulised autod, sest nähtavasti majanduslist kriisiaega silmaspidades, autotööstused on läinud üle väikeautode konstrueerimisele, millede mootori hobusejõud kõigub 5—10 vahel.

Esimest korda oli esinenud 2 hob.-jõulise mootoriga väikeauto *„Salomon"*, mille hind oli 8.500 franki.

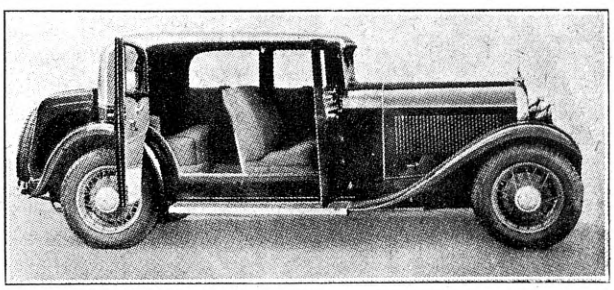
Itaalia autovabrik *„Fiat"* on ehitanud ka Pariisi oma haruvabriku ja on turule lasknud 4-sil. 6/22 h.-j. väikeauto. *„Delage"* vabrikul on uus 6-sil. 11 h.-j. auto mille kiirus on 110—120 km/t. *„Amilcar"* on toonud turule 4-sil. 4—5 h.-j. väikeauto, millel kiirus umbes 95 km/t. See auto välimuselt jätab hea mulje.

„Ford" väikeauto 5—6 h.-j. on saanud ka prantsusmaal väga populaarseks, samuti suuremad 22 h.-j. Need maksavad 16—18.500 fr. ja isegi 32.000 franki.

Peale „Ford"-auto oli näitusel esinenud ka teised ameerika autod, nagu *Auburn, Duesenberg, Hupmobile, Graham, Chrysler, Dodge, Marmon, Packard.* Kõik need autod on omas klassis ilusamad ja jõulisemad. *„Hispano Suiza"* auto 6-sil., 46 h.-j. mootoriga eriliste assidega äratas väga suurt tähelepanu uudishimuliste seas. Karosserii ehitajaks on A. Dubonnet. Autol vedrude asemel on ainult õli-amortisaatorid, mis sõidu väga mugavaks teeb. Sellele järgneb 12-sil. *„Maybach"* oma erilise karosseriiga, mis ehk silmale nii ilusana ei paista, kuid karosserii ongi mõeldud suure kiiruse saavutamiseks. Kõige suurema jõuli-



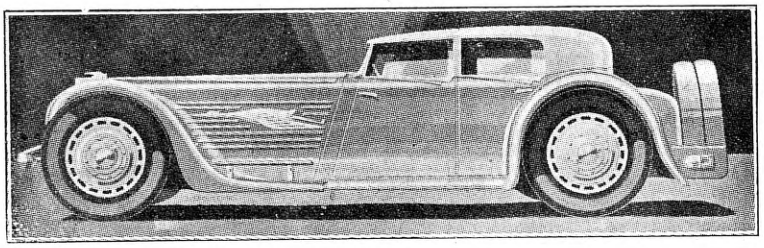
12-sil. „Maybach" zeppelin 200 h.-j., 4-istm.



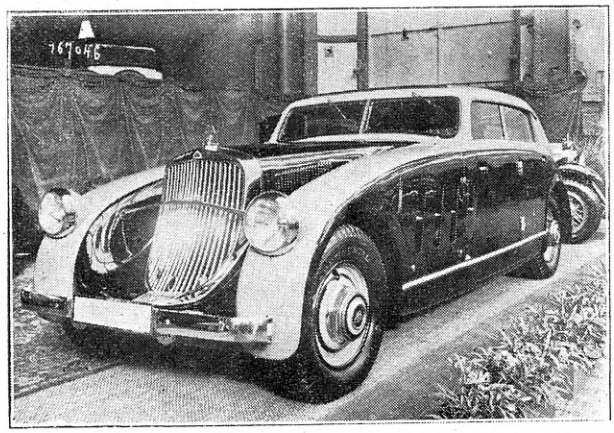
6-sil. „Hotchkiss" väratikujulised uksed.

seks näitusel olevatest autodest oli ameerika „Duesenberg“ 320 h.-j. (kompressoriga) auto, mille kiirus on garanteeritud 220 km/t. ja seega ka kõige kallim auto näitusel.

Saksa masinatest tuleb lugeda ilusamateks „*Mercedes-Benz*“ ja „*Horch*“ autosid; kuid peale ilusa karosserii nendel autodel muudatusi ei ole tehtud võrreldes läinud aastaga. Itaalia autodest paistsid silma peale „*Fiat*“ auto, „*Alfa Romeo*“, mille 8-sil. „*Grand-Sport*“ 2-sil. auto osutus peaaegu kõige ilusamaks näitusel. Selle autokiirus on garanteeritud 200 km/t. Muidugi on need autod liiga kallid ja ei ole paljudele kättesaadavad.



16-sil. 60 h.-j. mootoriga, 6-istm. „Bucciali“, karosserii „Saoutshik“.



6-sil. „Hispano-Suiza“ 46 h.-j. A. Dubonnet šassii ilma vedrudeta, nende asemel on õli-amortisaatorid.

Lõpuks tuleb mainida, et prantsuse „*Renault*“ vabrik on ameerikaniseerunud ja autod kannavad ameerika maitse jälgi. Ilusana ja suurepärasena nägi välja prantsuse masin 16-sil. 60 h.-j. „*Bucciali*“. *Saoutshiku* karosseriil ja „*Hotchkiss*“ auto oma erilise uste korraldusega oli uuduseks, kuna uksed sarnanesid väravaile.

„*Panhard* ja *Levassor*“ autod (8-sil.) oma majesteetliku välimusega ei jätnud ka midagi soovida. Üldiselt, suuremad luksuslikumad autod näitusel olid väga suuresti vähemuses, kuid selle vastu kõiksugu väikeautosid oli nagu sipelgaid igalpool.

Ed. K.

OLÜMPIA NÄITUS LONDONIS.

Pariisi autonäitus ei olnud veel lõppenud, kui avati rahvusvah. näitus Olympia — 13.—22. X., Londonis. Küsitledes firmade esindajaid väljapanekute juures, oleme üllatatud sellest optimismist, mis näeb senist kriisi juba kadumas, ja loodab äritegevuse elustamist. Nii siis ollakse siin just vastupidises arvamises Pariisi firmade esindajatega. Nagu Pariisi Salon, nii ka Olympia näitus ei oma seekord väga palju väljapanekuid, kuid selle eest on üksikud seisukohad ehitud tõelise luksusega, nagu vanal heal ajal. Üksikud firmad on viinud kooskõlla karosseriide värvi ning seisukoha sisustuse, kusjuures firma „*Riley*“ paistab eriti silma: kõik autod sinised, sinise nahaga ja väga mugavate õhu-istepatjadega. Siin on kasutatud kogemusi Alpidesõidust ja Monte Carlo Rallyst. „*Bugatti*“ esineb siin 16-sil. mudeliga, kusjuures publik pole üllatatud mitte ainult 16-sil. üle ühes reas, vaid ka hinna üle, mis on 6500 naela, seega kõige kallim; odavaim auto näitusel on kaheistmeline „*Austin*“ (Saksa BMW), mille hind on 105 naela.

Näitusel on 442 sõidukit (sealjuures ka mootorpaadid, paljud varustatud diiselmootoriga). Välismaa firmadest esineb Prantsusmaa 44, Ameerika 33, Itaalia 24, Saksa 5 ja Belgia 2 autoga.

Siin puuduvad täiesti need tehnilised uuendused, mida võis leida Pariisi salonil. Kõneldakse inglaste konservatiivsusest. On väga kerge olla auto-konservatiivne, kui omatakse selline eeskujulik teedevõrk, nagu on Inglismaal. Kes vajab seal õõtsuvaid asse? Või elektriliselt šveisitud raame? Ainult vabajooksu kasutatakse nii mitmelgi mudelil, sest selle idee on ju pärit Inglismaalt. Ederataste veo vastu ei tunne inglane mingit huvi. Firma Alvis, kes kolme aasta eest esines ederataste veoga, on selle jätnud. Selle eest tarvitatakse ohtralt automaatset käiguseadeldist, mida kasutasid „Daimler“ ja „Lanchester“, autod ja mida nüüd võib leida juba „Armstrong-Siddeley'l“, Talbot, Invicta, Standard ja Alvis autodel. Need kõik kuuluvad pealegi Inglise Daimler-kontserni.

Juhtimist püütakse kergendada, samuti kaotada kõik ebamugavust tekitavad põhjused. Et hoiduda õli- või põlenud gaaside sissetungimisest kinnisesse autosse, on paljud Inglise mootorid varustatud erilise *imevjuhega*, mille abil gaasistaja auru uuesti läbitöötab.

Erilist hoolt näidatakse sportautodele, sest Inglismaal on neid isegi rohkem liikvel kui Itaalias. Tüübiline on 6-sil. „Riley“-mootor, millel on 3 gaasistajat, samuti 1,5 ltr. „Rover“.

Väikeautod ei ole läbi teinud mingit „muudatust“. „Austin“, „Morris-Minor“, „Gowett“ on „baby-autode“ esindajad, millede hind siiski ulatub 150 naelani, mida ei saa just nimetada odavaks. Kallimad autod on enitatud erilise hoolega, nagu Invicta sportauto, 12/100 h.-j., väga madala raamiga.

Karosseriid on suuremalt osalt „voolujoonelised“, kohver on ehitatud ühes tükis karosseriiga. Värv on enamasti kahes toonis.

Sportautode kõrval leidub palju lahtiseid sõiduautosid ja peaaegu kõigil tõldautodel on tagasilükatavad katused, ehk ventilatsiooni klapid katuses.

Autoreis Inglismaal on tõeliseks lõbuks, mitte ainult eeskujulikkude teede poolest, vaid ka seepärast, et automobilist on igalpool teretulnud.

(Ins. L. Jonasz, Berlin)

Caunter kahetaktiline mootor.

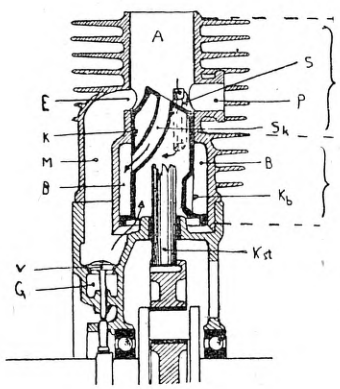
Vaatamata viimastel aastatel tehtud edusammudele ja täiendustele, ei ole suurematel kahetaktilisel, üle 300 ksm sil. mahuga automootoritel, suurt edu olnud. Peapõhjus on siin kindlasti kahetaktilise puudustes: nimelt värske gaasikaotused uhtumisel ja gaasijäänuste sissejäämine laadimisel — on püütud senini kaotada ainult esimest. Sel alal väärivad tähelpanu ühtlusvoolu uhtumine ja kahekordse kolviga mootor kui suured edusammud. Siiski oli ja jäi suurema sil. mahuga kahetaktiline probleemiks, mida isegi laadimispumbaga vaevalt aidata sai.

Eriti suureks puuduseks tuleb lugeda, et silindrite mahu suurendamisega ka gaasijäänuste kogu vastavalt suureneb. Selle kaudseks tagajärjeks on kloppimine, kõrge silindrite temperatuur ja selle kõrvalnähted.

Inglasel C. F. Caunteril on nüüd korda läinud kahetaktilist mootorit leiutada, millel on suuri paremusi. Caunter kahetaktilise iseloomustavamaks omanduseks on see, et väljalaske tegevuse lõpul silindris veel olemasolev põlenud gaas imetakse erilise pumba abil välja. Selle idee konstruktiivne lahendus on õige tähelepanu vääriv: töösilindrid, laadimis- ja väljaimemispump on ühendatud tervikuks. Ühtki klappi! Ainult kolvidest juhitavad ühendusavaused!

Caunter-mootori silinder koosneb kahest osast: üleval on töösilinder, all aga silindri pump. Nagu uuel DKW on gaasistaja ning laadimispumba vahele asetatud juhitud klapp, mis võimalldab täielikku imemist 180 kraadi juures. Astme kolvina ehitatud kolv imeb ülesliikumise juures värsket gaasi alumisel osal, mis laadimispumba silindri suure läbimõõdu tõttu kolvi allaliigutusega umb. 50% ülelaadimisega surutakse töötavsilindrisse. Suurema arvu silindritega mootori juures puudub ühendus laadimispumba vändakambri vahel ja keps juhitakse läbi survetiheda puksi. Kolvi allaliikumise ajal tekib alumises silindriruumis vakuum, milles imetakse paisumise lõpul silindris veel olemasolev põletisgaas pärast eriliste ühenduskaanalite vabastumist, samuti kolvis oleva läbimõõdu läbi. Sissevoolav värske gaas leiab ees gaasi jäänustest vaba töötavsilindri. Pumbast imetud tarvitatud gaas surutakse kolvi üles liikumise juures väljalasketorusse.

Caunter leidusega võimaldatakse kõige pealt kahetaktilistele lennumootoritele suurem võime.



Et ülevaadet joonisest mitte piirata, on kepsu (Kst) ühendus kolviga ja väntvõlliga märkimata jäetud.
A — töösilinder.
B — silindrikujuline imemissilindriruum.
P — väljalaske toru.
Kb — kolvi avaus, mille kaudu tarvitatud gaas läheb väljalasketorusse.
S — ühenduskaanal.
Sk — kolvikaanal, õõne.
V — klapp, gaasistaja ning laadimispumba vahel.
G — torustik gaasistajasse.

„AUBURN" — KIIREIM SEERIA-AUTO.

Fenomenaalseid tagajärgi.

Ameerika ajakirjandus toob huvitavaid teateid uutest kiirsaavutustest seeria-autodega, s. o. sõidukitega, mis erandita massiliselt turu jaoks toodetud. Seni oli selliste autodega saavutatud kiirus- ja kestvusrekordid pea kõik „Studebaker"- autodel — 1 km kuni 500 miilini (500 m. = 804,5 km).

Möödunud (augusti-) kuul purustas aga 12-silindriline, 160-hobusejõuline, lihtne, vabriku ladust võetud „A u b u r n"-auto kõik senised seeria-autode kiirus-, kestvus- ja vastupidavuse rekordid 1 kilomeetrist kuni 500 miilini, s. o. 804,5 kilomeetrini ning 1 ja 3 tunni sõidusaavutused.

See sündis Kalifornias, kuivanud *Muroc*-järve liivasel pinnal ja Ameerika Auto-Klubi ametliku kontrolli all. Sõideti seisu ja n.n. lendvast stardist. Tagajärjed olid üllatavad, nagu see järgnevast tabelist selgub.

Lahtine „Auburn" 12-160.

Distanz.		End. saavutis.	Uus saavutis.
Seisakust	1 km	58,9 miili	59,4 miili.
„	1 miil	66,6 „	67,3 „
Jooksul	1 km	91,6 „	100,7 „
„	1 miil	91,8 „	100,8 „
„	5 km	90,9 „	98,7 „
„	5 miili	90,7 „	98,7 „

Kinnine „Auburn" 12-160.

Distanz.		End. saavutis.	Uus saavutis.
Seisakust	1 km	56,4 miili	58,3 miili.
„	1 miil	64,5 „	66,8 „
Jooksul	1 km	90,2 „	93,0 „
„	1 miil	90,3 „	93,0 „
„	5 km	89,0 „	91,3 „
„	5 miili	88,1 „	91,3 „

1 miil on 1,609 km.

Kui võrrelda eeltoodud täiesti ametlikke andmeid, siis selgub, et *maailma kiireimaks seeria-autods on praegu „A u b u r n"*. American Automobile Association'i erapooletu kontrolli all purustas see korraga 26 senist maailmarekordi! Ja — tähelepanu — sealsamas 11 endist „Auburn"-autode rekordi! Sellist seeria-auto saavutust pole seni nähtud.

Katsekomisjoni, kes jälgis ja kontrollis tulemusi, antud tunnistusest loeme muuseas järgmist:

„On erilise tähtsusega, et kuigi uued rekordid saavutati autoga, mille silindrimaht kuulub koguni „B"-klassi piiridesse, siiski on tulemused paremad, rekordsed kõikide (Unlimited Class) Ameerika seeria-autode kohta; tegelikult on määratud maadel ja kindlaks tehtud aegadel saavutatud kiirused, milliseid pole veel ükski Ameerikas valmistatud auto, klassist hoolimata, saavutanud."

Auto ja mehaanika töökoda

Joachm Christr Koch

VENE T. 14. Telf. 465-32.

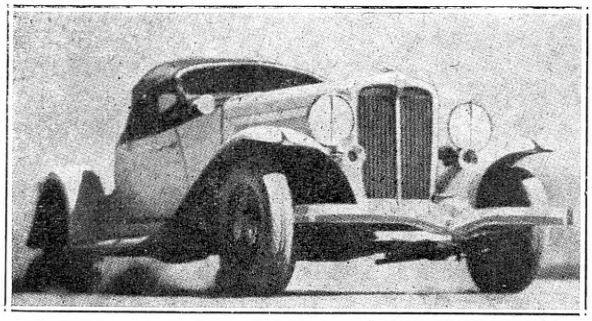
Valmistan ja parandan autoosi. Parandan automootoreid.

HINNAD MÕÕDUKAD.

Ainuesitus Eestis:

Autod: **Rolls-Royce ja Morris.** Mootorrattad: **B. M. W.**

Huvitatuile sõidukite mittekohustuv demonstreerimine.



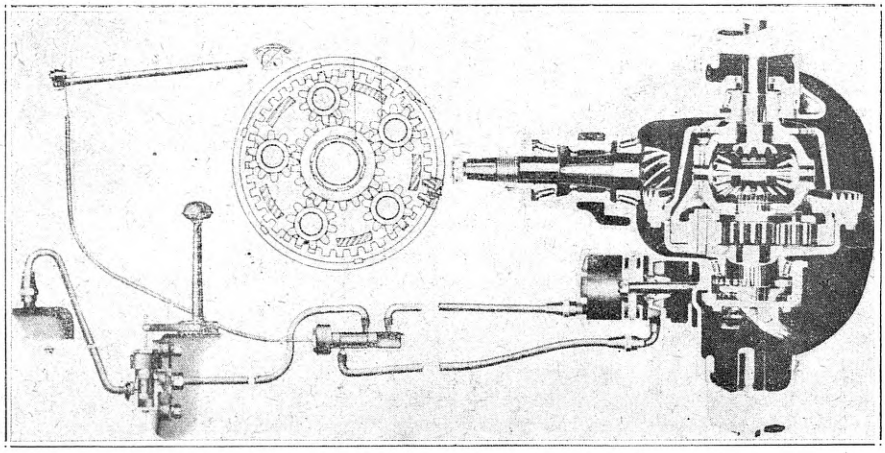
Auburn 12-160 „Speedster".

Sadaseitsekümmend kilomeetrit tunnis, 1260 sülda minutis — see on seeria-autolt juba küllalt. *„Auburn" 12-160* seda annab.

Kuis uus „Auburn" selle kiiruse võttis? Kust tuli, et koguni 37 uut rekordi korraga loodi? Vastuseks peaks siin kirjeldama terve uue „Auburni" konstruktsiooni. Selleks aga puudub aeg ja ruum. Piirdume ainult kõige tähtsamate üksikasjade juures. Need oleks järgmised:

mootoriosa operatsiooni. Kaksik-ülekandega varustatud kõneall olev „Auburni" mootor teeb 169 kilomeetrilise tunnikiiruse juures 47,736 operatsiooni — ei oleks selles seda ülekannet, siis peaks see tegema *63,179 operatsiooni minutis!* See on, töötama kolmandiku võrra rohkem. Või võtame väntvõlli. Sõites kiirusega 169 km tunnis peab normaalse (4,5 : 1) ülekande juures väntvõll tegema 5251 tiiru minutis, on meil aga „Auburni" kaksik-ülekanne (vahekorraga 3,4 : 1) siis ainult 3798 tiiru minutis.

Kaugemale süvenemata peaks eelolevast selguma kaksik-ülekande tähtsus ja ka saladus, mis „Auburni" 37 katse juures rekordide purustamisele viis. See pole siiski — mitte eksida! — võidusõiduauto, kuigi kaksik-ülekande tõttu sama kiire nagu mõnedki viimastest. Kaksik-ülekande põhimõte on kergendada mootori töötamist ja koormatust suure kiiruse, kerge koormatuse ja hea tee puhul; teisiti: nende tingimiste juures, kuigi kiirus suur, võib mootor siiski niiöelda „laiselda". See tähendab mootori kulumise, õli- ja küttekulu suhtes suur kasu.



Kõrval pildil: keskel kaksik (kiir-) -ülekanne sisemiste rataste komplekt differentsiaalis. Paremal differentsiaali läbilõige — näha normaal-ülekanne ja all kiir-ülekande asetus ning tagumise silla küljes viimase vakuum-pump. Pumbast viivad torud kontrollklappi ja sealt on ühendused edasi vakuum silindrisse, mootorisse ja instrumentlauda.

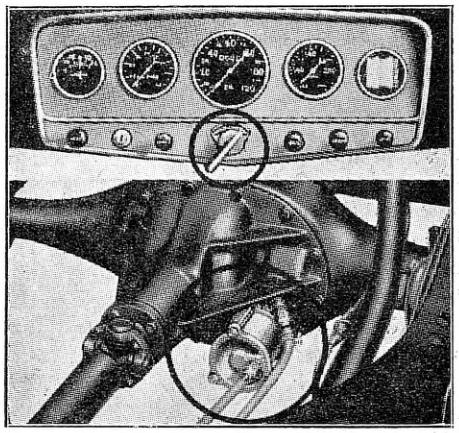
DUAL RATIO.

(Kaksik-ülekanne.)

See uuendus oligi „Auburni" triumfi peamiseks põhjustajaks. Nende kahe „Auburni", milledega eelpool toodud rekordid purustati, suurimaks hüveks oli n.n. dual ratio (kaksik ülekanne). Oleme seda seadist varem kirjeldanud — siin seekord vaid üldjooned:

Normaalselt on harilikkudes seeria-autodes ülekande-vahekord 4,5 : 1, s. o. mootori vätvõll teeb 4 ja pool tiiru ja samal ajal tagumised rattad vaid 1. Selline suhe koormab kohutavalt mootorit ja takistab saamast suuri kiirusi. *„Auburnis"* on üle saadud sellest seega, et on kaks ülekannet — üks aeglase ja raskema veo jaoks, teine kerge ja kiire sõidu puhul tarvitamiseks. Esimene neist on normaalne, teine aga juba vahekorras 3,4:1. Kes mootorit tunneb saab sellest aru. Siiski, siin mõned huvitavad arvud:

Kui 12-silindriline ja 160-hobusejõuline „Auburn" sõidab 169-kilomeetrilise tunnikiirusega, siis on igas silindris 1889 plahvatust — terves mootoris aga kokku 23,868 plahvatust minutis. *See on siis kui on kaksik-ülekanne* (dual ration) *tarvitusel.* Ilma viimaseta (harilikkude autode — 4,5 : 1 vahekorra ja sama kiiruse juures) oleks plahvatuste arv iga minutis 31,506, või 2459 silindri kohta. Iga plahvatus aga tähendab mitu

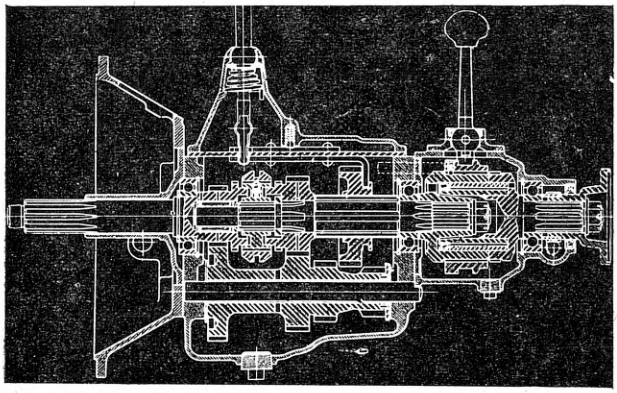


Keerates hoovakest instrumentlaual (sõõris) pahemale — nagu pildil näha on ta kiirkäigus (high) ja paremale — on (low) aeglane — normaalkäik.

VABAJOOKS.

Vabajooks „Auburni" transmissioonis on ka tegur, mida siin ei saa tähelepanemata jätta. See küll rekordide purustamisel vist suuremat osa ei mänginud, aga harilikus sõidus maanteedel ja linnade tänavail on

see suure tähtsusega; sellega saavutatakse sama kokkuhoidu, mis kaksik-ülekandegagi — kuigi mitte suurimaid kiiruseid mootori väiksemate tiirudega siis kui mootor veab.



Uutes „Auburnides" on veel rida teisigi tähtsaid uuendusi, kuid nende siin kirjeldamine viiks meid liig kaugele üksikasjadesse. Neid võib ju tundmaõppida „Auburnide" spetsifikatsioonidest ja — sõites tolle, praegu maailma kiireima seeria- sõidukiga. Siin käsitlesime vaid „Auburni" saavutusi kiiruse suhtes.

Lõpuks olgu tolle Muroc-sõidu kohta veel järgmised üksikasjad:

Kalifornia kõrvetava päikese palavuses sõitis Auburn vabriku katsekoja liige *Eddie Miller* kahes ringis, üks kuivanud järve ühel, teine teisel äärel (seda tuule tõttu), esimese ringi olles 10 miili ja teise 5 miili. Suuremas ringis sõitis ta lahtise „Auburn" Speedsteriga 500 miili saavutades keskmiseks kiiruseks 88,9537 miili (145 km) tunnis. Peatusi oli ainult vee ja bensiini võtmiseks. Parandusi ei tulnud ette. Aega ja lühemaid maid sõitis ta väiksemal ringil kinnise „Auburn" Broughamiga keskmise kiiruse olles 100 miili (169 km) tunnis. Tingimised olid samad. Mõlemad autod olid Auburni vabrikus kokkupandult võetud, Am. Auto-Klubi ametlikkude esindajate poolt kinnipitseeritud ja nende kontrolli all Kaliforniasse saadetud. Seal sündis katsetamine sõidus Am. Auto-Liidu võistluskomisjoni liikme *A. C.Pillsbury*, ta abi *George Stephensoni*, kes sama organisatsiooni tehniline direktor, ja ajavõtjate *J. F. Betzi* ja *H. R. Harperi* juuresolekul. Ajad võeti elektriseadeldisega. Saavutused, pärast hoolsat kontrollimist ja võrdlemist seniste rekordidega, kinnitati American Automobile Association'i poolt hiljem *uuteks seeria-autode maailmarekordideks.*

Sellega on siis „Auburn" praegu maailma kiireim ja ökonoomseim seeria-auto — tänu kaksik-ülekande ja vastavale konstruktsioonile. Kolmteist aastat kestnud katsetamine ja sadadetuhandete dollarite kulu on andnud hiilgavaid tagajärgi. *A. W—y.*

MONTE-CARLO TÄHESÕIT.

Jaanuaris 1932. a. korraldatava XII. Monte-Carlo tähesõidu jaoks on ülesseatud uusi määrusi. Varem tekitas õigustatud pahameelt see asjaolu, et kaugematest punktidest startivad autod, mis pealegi pidid sõitma mööda halbu teid, ei saanud rohkem punkte kui teised võistlejad. Nii näit. ei võitnud need, kes Atheenast (3786 km) startisid, sugugi rohkem punkte kui need, kes sõitsid, olgugi pikka maad, mööda kesk-euroopa häid teid. Nüüd aga antakse eesõigus neile, kel on teel tõesti tulnud võidelda raskustega. Üldiselt on määrustikus ettevõetud järgmisi muudatusi:

1) Ettenähtud on mitu stardipunkti peaaegu ühesuguses kauguses lõppsihist. Igaüks neist saab ette teatud arvu punkte, olenedes teepikkusest ja seal ettetulevatest raskustest. Osavõtjad, kes sõidavad need etapid nõutud kiirusega 40 km/t. saavutavad suurima punktide arvu, mis ettenähtud sel või teisel teeosal. Võistlejad aga, kes hilinevad, saavad trahvipunkte, nimelt iga minuti eest üks punkt. Peale selle on määratud järgmised trahvid:

puudulik valgustus	10 punkti.
automaatse starteri rike	10 „
ärakistud porilaud, või kui see ei vasta enam nõutud mõõtudele, à porilaud . .	5 „
väljalasketoru rike	5 „
rike signaalis	5 „

2) *Klassidesse jagamine:* autod jagunevad nagu varemgi — kahte klassi: suured ja väiksed autod, kuid võitja nimetamisel *ei võeta* klassi enam arvesse. Nii ei juhtu enam seda, et suurel autol on eesõigus. Samuti on muudatus kaasasõitjate arvus. Autodel üle 1500 ccm silindrimahuga peab olema 4 sõitjat ja autodel alla 1500 ccm — 2 sõitjat. Esimesel juhusel võib kahte reisijat asendada ballastiga.

3) *Ärasõidu aeg:* ka siin on läbi viidud uuendus, kuna ühe stardipunkti autod algavad kõik sõitu *ühel* ja *samal ajal*, et võimaldada osavõtjaile ettenähtud keskmisest tunnikiirusest kinni pidada.

4) *Kontrollipunktid:* läbisõidu- ja lõppsihi kontrollpunktid on igalpool avatud 6 tunni jooksul.

5) *Äravedamine:* kohalt äravedamine võõra jõu abil on keelatud ja ainult sel juhul lubatud kui vaja on kõrvale sattunud autot sõiduteele tagasi vedada.

6) *Päralejõud:* 25. jaan. 1933. a. kesknädalal kell 10 peavad autod jõudma M.-Carlosse, ja on keelatud parandusi ettevõtta enne lõpukatset.

7) *Lõpukatse:* siin arvestatakse auto korrasoluga ja võimaldatakse ühesuguse punktidearvuga autodele lõplik võistlus. Lõpukatsel proovitakse auto kiirendus ning pidurdamisvõimet, mis arvestatakse järgmise formeli järgi: $S = \frac{2b(b+5d)}{dt^2}$

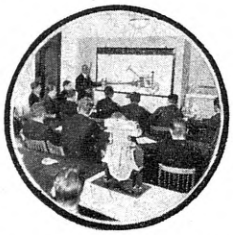
kusjuures b = sõidetav teeosa, s. o. 100 m.
d = pidurdamistee meetrites, kusjuures algatud meetrid loevad täite meetritena. (See kaugus mõõdetakse sihtjoonest kuni kõige enam etteulatuva autoosani, kaitserauani, mudalauani jne.).
t = aeg, mis kulus 100 m. teeosa sõiduks, s. o. stardimärgist kuni sihtjoone ületamiseni auto poolt.

Iga saavutus, mille juures pidurdamistee jääb alla $D = \frac{b}{t}$ väärtuse, ning seetõttu tingib varajase pidurdamise, arvestatakse järgmise formeli järgi:

$$S_1 = \frac{b(b+5d)}{Dt^2}$$

Selle katse juures peab lahtisel autodel olema kate üleval ja tuulekaitseklaas ees.

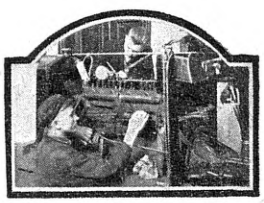
8) *Punktid:* kõige enam punkte saavad Atheenast startijad, ninult 1000. Tallinnast startivad autod (3474 km) saavad 950 punkti, Bukarestist (2942 km) 920 p., Umeast (3751 km) ja Stavangerist (3638 km) kumbki 880 p. John O'Groats (2956 km) tulijad saavad 820 punkti, Portugaalist 800 p. ja Palermost 692 p.



Teoreetiline loeng klassis.

Tutvunemine käigukastidega.

Kordamistund eksamile minejatega.



Katsed elava mootori juures.

Autoasjandusel, katsedki kaasaarvatud, pole vaevalt pooltki sajandist seljataga. Eesti omal vaevalt veerand. Seda tähtsamana tundub asjaolu, et Eesti esimene ja ainukene autokool sai 12. novembril s. a. 10-aastaseks. Sündmust pühitseti kahel päeval vastavate toimingutega — näidati laialdasi kooliruume, õppefilmi, udupilte, ülesvõtteid, õppemootoreid, autoosi, garaaži, õppeautosid jne. Siis veel statistika, tabelid, joonised, läbilõiked ning kõike mis korraliku autokooli juure kuulub. Jäi mulje, et kohaselt ja korralikult on siin aasta-kümme töötatud.

Nüüd pisut minevikust — ja ka olevikust:

Vanadki ei jutusta, et Eestis oleks enne 1922 a. keegi autojuhte õpetanud — vähemalt nii elukutseliselt. Uus õppis vana juures või kaitseväes. Sealt nad tulid — meie värsked „tüürimehed". Juhuslikult.

Et juhuslikkus midagi ei kindlusta, sellest sai esimsena aru paar aastat varem ameeriklaste algatusel ja toetusel töötama hakanud Noortemeeste Kristlik Ühing (N. M. K. Ü. või „Imka", nagu seda meil rahvas nimetab). Selle ühingu poolt asutati 1922. aastal meie esimne asutis autojuhtide koolitamiseks. Nüüd on sellest kümme aastat möödunud.

Toompeal, Kiriku tän. 2. see õpetus algas. Esimeseks lektoriks-õpetajaks oli hr. Kulikov. Uus oli ala ja ruumid kitsad. Õpilasi juba algusest tungil. Puu oli istutatud ja see kasvas niiöelda sajakilomeetrilise kiirusega. Paisuvus tekitab pinge ja tagajärg oli, et „Imka" pidi „kukkuma" Toompealt all-linna. Sai toredad ruumid Lai tän. 1. Autokool maeti aga „põranda alla", keldrisse. Vist ei leitud esialgu paremat kohta meie noorte autojuhtide õpetamiseks...

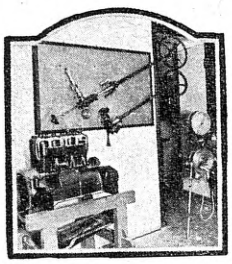
See oli 1928. a. suvel. Sellest peale tuleb kooli ajaloos pööre. Kelder osutub ikkagi kitsaks — on vaja pääseda „päikese kätte". Pääsetigi — aga alles kaks aastat hiljem. Nüüd võime juba kõneleda koolist, millel nimetusele vastavad ruumid. Ja nimelt, praeguse autokooli kasutada on: suur saal 80—100 kuulajale, kolm väiksemat ruumi mootorite ja nende osade jaoks, lektorite kabinet, garaaž jne. On nagu oleks praegusel kitsal ajal liigagi seda ruumi ja mugavust. Ja pole veel maininudki õpilaste ühiskorteritest, millede all praegu on 2 tuba à 8 mehele. .Ruumi on rohkemgi kui aga seda peaks vaja olema.

Koolijuhataja, Tallinna Tehnikumi masinaehituse üliõpilane hr. Arnold Johanson, kes kooli 1929. a. alates juhtinud, kes koolile õieti kooli ilme andis, juhtis meie tähelepanu Eesti kaardile.

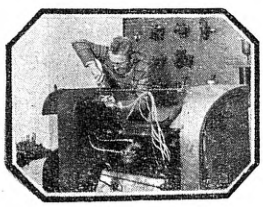
„Vaadake, kust meie õpilased tulevad!" — ütles ta.

Vaatasime — Põhja-, Lääne- ja Kesk-Eestist ning Saaremaalt. Isegi Hiiust ning mõnigi Valgast ja Petserist.

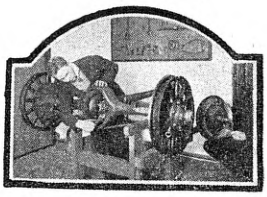
Praktilised tööd mootori kallal.



Nurgake autoklassis.



Elektri rikete otsimine.



Differentsiaali reguleerimine.

Kümneaastane pole vana. Kuid kümneaastaselgi on ajalulgu. Et selle *minevikku* juba üldjoontes kirkirjeldasime, siis siirdume *olevikku* — üksikasjadesse — nii nagu nad meile tutvunemiskäigul selgusid.

Elutu esiteks. *Ruumid* — neist juba mainisime. *Õppeabinõud:* peale joonistuste, läbilõigete, tabelite, õppefilmi, üksikute mootori- ja autoosade torkab silma kaks „elus", s. o. käigukorras mootorit (üks 4-, teine 6-silindriline) ning veel neli automootorit pinkidel. Saame teada, et „elavad" mootorid on õpilastele kasutada katseteks, „surnud" aga lahtivõtmiseks ja kokkupanemiseks. Siis väike „elektrijaam", et õpilastele näidata kuidas töötab alaline ja vahelduv vool ja kuidas akkumulaatoreid laaditakse. Läheme *garaaži.* Ees kaks „Buick" ja üks „Oakland"-auto. Korras, muidugi. Kasutatakse õppe- ja eksamineerimis-sõitudeks.

„Elavaks" muutub asi siis kui jõuame garaažist tagasi kooli kontori. Seal kuuleme mõndagi huvitavat. Näiteks: Seni on N. M. K. Ü. koolitanud 3354 esimese ja teise liigi autojuhti — neist naisi umbes 130. Õpilastest on alati olnud umbes 65% provintsist ja 35% Tallinnast. (Praegu, näiteks, 5 isegi Saaremaalt ja 1

Petserist). Õpilaste arv kasvas meie autoasjanduse arenguga. Aastatel 1929—30. oli see suurim — keskmiselt 400 aastas. Siis algas (maailmakriisi mõjul ka Eestis) allaminek; 1931. a. oli umbes 300 õpilast ja tänavu umbes sama palju. „Võiks olla kaks korda nii palju" — arvab koolijuhataja.

Edasi saame teada, et kool töötab normaalselt neljas grupis à 15—20 õpilast. Gruppidest kaks päeval (provintslased) ja kaks õhtul (linans elutsevad ja tööl käijad). Kursus koolis (teooria, praktika ja juhtimine) kestab normaalselt kaks kuud. Peale selle grupid II-se liigi (autoomaniku) sõiduloa saamiseks.

Tuleme õppejõudude juure. Mainisime kooli juhatajat. Hr. Johanson, kes praegu masinaehituse üliõpilane, kuid juba eelolevaks kevadeks kandideerib inseneri kutsele. Tema inseneri diploom-tööks, mille kallal ta praegu töötab on „Projekteerida veoauto Eestis valmistamiseks". Nagu kuulda on mõned töösturid juba huvitatud sellest projektist.

Lektorid: Vanimaks neist on hr. *E. Römmer*, kes 8 aastat „tuupinud poistele automootorit, teoorias ja praktikas, pähe" — nagu kuulsime. Ta on ka õppinud Tehnikumis, siis ise ennast täiendanud. Üks püsivaim mees oma „liistu" juures. Siis hrd. *B. Schneeberg* ja *L. Wasser*. Mõlematel viimastest ka vastav vilumus ja haridus. Ja, kui õpejõududest juba jutt, siis ei saa mainimata jätta kooli õpejõudude „assistenti". See härra (Osvald Tagel) tuli 1929. a. 14-aastasena poisijõmpsikuna kooli juure. Õppis kõike, mis kool andis ja on vist praegu „targem" kui need, kes teda õpetanud. Tema „ametlikuks" kohuseks on hoida kõik õppeabinõud korras. Ja korras nad ka on.

Ja nüüd veel üks väga tähtis asjaolu: *psühhotehnilised katsed.* On koolis uus grupp õppinud nädal või poolteist, siis saadetakse see terves koosseisus meie parima asjatundja, dr. *Kirschenbergi* juure, kutsevaliku nõuande büroosse, psühhotehnilistele katsetele. Muidugi kooli kulul. Katsed selgitavad, kas inimene õppides autojuhiks on omale elukutse õieti valinud — on ta selleks kohane? Üheksa korda kümnest on dr. K. katsetamised osutunud õigeks, s. o. katsete tulemused on täpselt samad mida lektorid koolis iga üksiku õpilase kohta klassis ja eksamitel märkinud vastavasse tunniraamatusse. Need katsed ja märkmed on nii mõnegi mehe juhtinud eemale alast, kuhu ta ei sobi. *Ära on jäänud asjata aja ja raha kulu.*

Õppemaks koolis on 85.— krooni kuni eksami sooritamiseni. Õpilased maalt elades ühiskorterites maksavad valgustuse ja koristamise eest 10 senti päeva kohta. Muid kulusid pole. Soovib mõni lisa-õppesõite, siis selliste eest väike lisatasu.

Selline oleks üldmulje meie esimesest ja ainukesest autokoolist ta 10-aastase juubeli puhul.

Jääb vaid soovida koolile sel puhul palju õnne ja edu tulevikus!

A. W—y.

JÕUVANKRI MAKS TÕUSEB.

Riigikogu poolt on vastuvõetud seadus, mille järele suurendatakse autobustelt võetavat jõuvankri maksu 100% võrra, s. o. kr. 2.— — kr. 4.— iga 100 kg tühikaalult (R. T. Nr. 88 — 1932).

Kes viimasel ajal on jälginud meie valitsusasutuste suhtumist auto-transpordisse, sellele ei tule see mitte ootamata. Meie valitsusasutustel näib olevat arvamine, et autobuse liinid praegusel kriisi ajal liig ohtrasti teenivad ja maksu suurendamisega on siin tabatud õiget kohta.

Alles möödunud aastal tõsteti bensiinimaksu, mis suurendas bensiini hinda 1/2 võrra. Eriti koormav oli see autobuse liinidele, kus bensiinikulu üks suurematest väljaminekutest. Samuti tõsteti autoosade tolli 100% võrra ja nüüd jälle uus 100% maksukõrgendus.

See sünnib kõik ajal, kus liikumine iga kuuga väheneb. Rahval, eriti maal, on raha niivõrd vähe, et autobuse sõite võetakse ette ainult äärmise tarviduse korral. Olukord on praegu sarnane, et enamus meie autobuse liinidest töötab puudujäägiga, kattes kuidagi jooksvad kulud, autobuste amortisatsioonist rääkimata.

See on asja üks külg. Järgmine on maksudest saadud summade tarvitamine.

Oleks huvitav teada, kas teedeministeeriumil on olemas vastavad kokkuvõtted, kui palju on läinud maksma eksperimendid mitmesuguste teede-ehituse masinatega? Siin võiks mainida kruusasorteerijaid, killustikupuistajaid, kivipurustajaid, gaasigeneraatoreid jne. Töötamine nende masinatega, on viimaste ebakohase konstruktsiooni tõttu niivõrd kulukas, et enamail juhustel on käsitsi tehtud töö märksa odavam. Seetõttu roostetavad ka paljud sarnased masinad maavalitsuste ladudes ja platsidel.

Sarnaste eksperimentide ja suure ametnikkude staabi, kellel küllalt aega sarnaste eksperimentide väljamõtlemiseks, kulude katteks peavad maksudega ülekoormatud autobuse liinipidajad jälle oma järjekordse ohvri tooma.

A. J.

LÜHEMAID TEATEID.

Maailma mootorrataste arv.

Uuemate andmete põhjal on kindlaks tehtud, et maailmas leidub üldse 2.750.578 mootorratast. 86% sellest arvust kuulub Euroopale ja ainult 4% Ameerikale, edasi 4% Austraaliale, 2% Aafrikale ja 3% Aasiale ehk: Euroopas 2.300.000, Aasias 71.000, Aafrikas 63.000, Ameerikas 132.000, Austraalias 121.000 mootorratast. Suurimad produktsiooni maad on Inglismaa, Saksamaa ja Prantsusmaa.

Vene autoproduktsioon.

1932. a. esimesel poolaastal valmistati SSSR üldse 9127 sõidu- ja veoautot, kuna 1931. a. sama aja jooksul oli see arv 7769 ja 1930. a. I poolel 2448. Kaks kolmandikku sellest produktsioonist langes Stalin-vabrikule, ülejäänud osa mõlemale vabrikule Nishni-Novgorodis ja Jaroslavis. Suured lootused Vene autotööstuse kohta nii siis ei täitunud. Märgatavalt suurem on Vene traktorite produktsioon, millest samuti 2/3 langeb Stalingradi vabrikule, ja mis 1932. a. esimesel poolel on tõusnud 21.000-le.

President Hoover, kui tuntud majandusmees ja tark politiker, on avanud oma valitsuse uksed ja diplomaatia tee tuntud autotootjaile. Tal oli varem mereministriks *E. Denby,* kes kord valmistas „Denby"-veoautosid. Järgmisena nimetas Hoover Willys-Overland autofirma presidendi *John N. Willys'i* saadikuks Poola ja nüüd on ta valinud Hudson autofirma senise presidendi ja ühe Ameerika tuntuima autotootja, *Roy D. Chapini,* kaubandusministriks. Mr. Chapin on töötanud autode alal 31 aastat.

Ameerikas on registreeritud sõiduautosid:

4-silindrilisi	372,710	139,113	—65
6 „	619,061	369,963	—40
8 „	181,296	149,205	—18
12 ja 16-sil.	2,718	3,952	+45

nii näib, et 8- ja suurema arvu silindritega autod on aasta jooksul juurde võtnud, kuna 4-silindrilised ikka enam tahaplaanile jäävad.

Ameerika autotööstus valmistab praegu autokeresid sadades variatsioonides ja tarvitab nende juures mitte vähem kui 1100 värvide kombinatsiooni. Kuuldavasti vähendatakse neid absurdseid arvusid eeloleval aastal õige radikaalselt — keremudelide arvu kümnete ja värvide kombinatsioone umbes 300 peale.

Ray A. Graham, üks kolmest kuulsast vennast, kes valmistavad „Graham-Paige"-autosid, hüppas enesetappe-sihiga augustikuul Chathamis, Kanaadas, jõkke ja uppus. Ta oli teel Ühendriikidesse, kus ta pidi asuma ühte puhkekodusse parandama oma närve, mis ületöötamise tagajärjel olid rikkis.

Vaatamata kriisiajale, on Austrias autodearv kasvanud. Uuemate andmete põhjal on Austrias praegu umbes 42.369 jõuvankrit (41.104). Sellest arvust on 22.637 sõiduautot (21.508), 2388 omnibust (2381) ja 17.344 veoautot (17.215). Keskmiselt langeb iga 154 elanikule üks jõuvanker.

Ameerika rahvusliku autode kauband. koja poolt tehti kindlaks, et augustis valmistati Ameerikas 89.855 jõuvankrit. Kaheksa kuu jooksul, kaasa arvatud august, on valmistatud 1.119.558 jõuvankrit.

Nagu Teheranist teatatakse, kinnitas Persia valitsus autotee ehituse kava, mis viib läbi terve Persia üle Korman—Josd-Isfahan—Hammadan ja lõpeks iraaki raudtee juures Hanakin'is. Ehitustöödega kavatsetakse alata lähemas tulevikus.

Keegi S. Davidson on esitanud Detroiti kohtule *miljoni dollari* suuruse kahjutasunõude Ford Motor Company, Henry Fordi, viimase sekretäri E. G. Lieboldi ja Harry Bennetti, Fordi ühe osakonna juhataja vastu. Nõuet põhjendab Davidov seega, et kostjad on rikkunud vahekorra tema firma ja Fordson-vabriku hariduskomisjoni vahel.

Ameerikas suri 1931. aasta jooksul 34.000 inimest autoõnnetuste tagajärjel. 45% surid klaasi purunemise läbi tekkinud haavadesse. Michigani osariik andis nüüd esimesena välja seaduse, mille põhjal kõik autod peavad olema varustatud kildumata klaasiga, ja nimelt peavad avalikud veoabinõud omama kildumata klaasi hiljemalt 1933. aastaks, teised jõuvankrid aga kuni 1. jaan. 1934. a.

Kroonika.

Laupäeval, 26. nov. s. a. korraldas Eesti Autoklubi oma iga-aastast *traditsioonilist hane-õhtut,* millest osa võtsid 60 liiget ja külalist. Klubi esimees tervitas koosviibijaid ja andis üle autoklubi mootorratta sektsioonile erilised rinnamärgid. Märke said hrad: *Lillak, Johanson, Kletzky, Paap, Koltschin ja Peterson.* Viimane, nagu teada, omas kiireima Eesti mootorratturi tiitli 1932. a.

Koosviibimine kestis üle poole öö ja oli tujuküllane.

E. A. K. juhatus avaldab tänu daamide sektsioonile ja tema esinaisele hea ja korraliku „hane-õhtu" korraldamise eest.

Uuteks liigeteks on vastu võetud: hra Aleksander Tõnisson, auto „Buick"; Nathan Hirschfeldt, auto „Dodge"; Leo Ranek, auto „Buick".

---

29. okt. k. a. peeti Tallinnas *Teedeehituse uurimise seltsi* poolt korraldatud *Teine Teedepäev.*

Kavas oli: kell 10 Tallinna raekoja saalis avamine ja referaadid: ins. H. Perna ettekandel „Meie kruusateede praegune seisukord ja väljavaated nende väljaehitamiseks"; ins. A. Graueni ettekandel — „Tsementbetoon ja tsementmakadamteed ja nende ehitamise tehnilised tingimused" ja ins. A. Parsman'i poolt referaat „Lainete tekkimine bituumenteedel ja nende vältimine".

Referaatidele järgnes teede ülevaatus Tallinna linnas ja ümbruses. Ringsõidule järgnes ühine einetamine ja läbirääkimised referaatide ja teede ülevaatuse kohta ning kuulati ära aruanne Riias 26.—28. sept. 1932. a. teedeehituse alal peetud nõupidamise üle.

Teedepäevast võtsid osa 60 isikut. Läbirääkimistel otsustati järgmist Teedepäeva ärapidada augusti kuul j. a., kuhu ka Läti ja Leedu teedetegelasi paluda. Üksikasjalik kirjeldus Teedepäeva üle ilmub ühes järgmises numbris.

E. I. Ü. juhatuse otsusega 18. novembr. s. a. on vastu võetud *Ühingu liikmeks:* 1. Dr. chem. Jaan Kopvillem. 2. Ins. Valter Vöölmann. 3. Ins. Hans Tollemund. 4. Ins. Arnold Volberg.

E. I. Ü. liikmeks juhatuse otsusega 23. sept. s. a. on võetud vastu ins. *Kristjan Kask.*

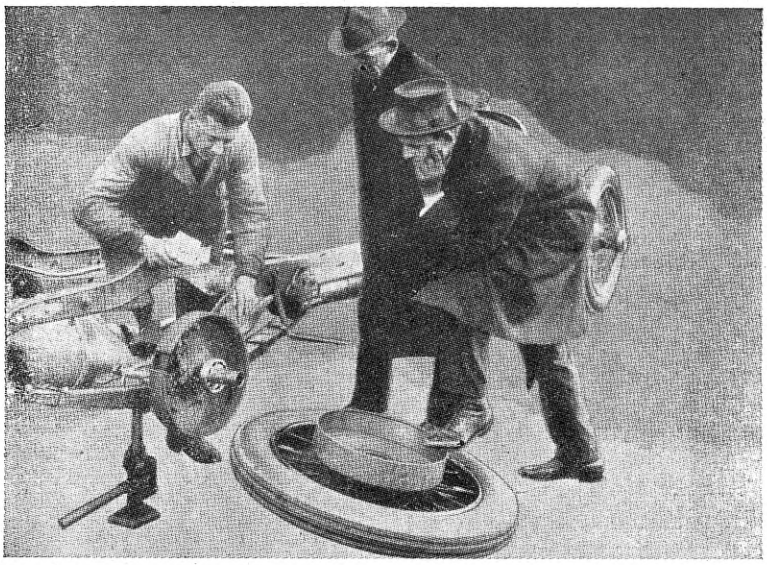
Trükivea õiendus „Tehnika Ajakiri ja Auto" Nr. 9, 1932. lhk. 180, 23 rida alt, on trükitud: „toodanguga 6—6,5 miljardit Kwt", peab olema: „toodanguga 30—35 miljardit KWt".

Tellimise hind: aastas — Kr. 5.00, ½ aastas — Kr. 2.50. Välismaale 50% kallim. Üksik number 45 senti. Kuulutuse hinnad: 1 lehekülg 40 kr., ½ lhk. 20 kr., ¼ lhk. 10 krooni. Kaantel 50% kallim.

Vastutav toimetaja *A. KINK,* tlf. 463-60. Kaastoimetaja *A. VELLNER,* tlf. 431-69.
VÄLJAANDJA EESTI INSENERIDE ÜHING.

J. Zimmermann'i trükikoda Tallinnas, Lühike jalg 4.

SKF SKF SKF SKF SKF



SKF SKF SKF SKF SKF

Igas kohas autol ja mootorrattal ainult

SKF

vastav kuul ja rulllaagar.

Peaesindus ja ladu: Linke Martinson, Vene t. 11, Tallinnas.

Auto- ja puutööstus **A. ROOSIMANN** Tallinn, Vabriku t. 46 (Volta tän. nurgal.)

Ehitab kõiksugu sõidu-, veo- ja tuletõrje-autode ning omnibusside keresid. **A. Roosimann.**

Auto osakond:

Renault uuemad mudelid; 4. ja 2-istmelised sõiduautod, omuibussi shassiid, veoautod, tuletõrjeautod. **Saadaval laos** odavate hindadega.

Fedral veoautod.

Graham sõiduautod.

Tehnika osakond.
Mitmesuguseid tööstustarbeid.

Keemia osakond:
Kemikaalid ja parkimisekstr.

Tallinn, Kuninga tn. 5. Tel. 435-72, 465-00.

TEMU

SEEP peseb ja puhastab kõik.