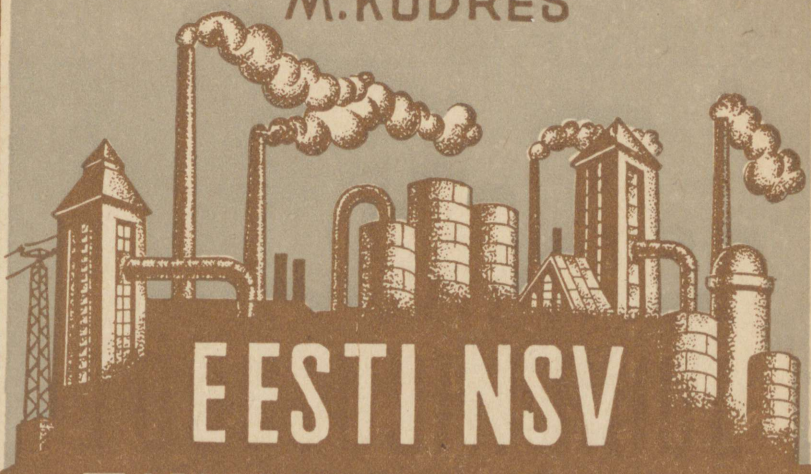
12. V 19

M. KODRES



EESTI NSV TÄHTSAMATE TÖÖSTUSHARUDE TEHNOLOOGIA

RK

‹PEDAGOOGILINE KIRJANDUS›

KOOSTANUD ANDMETEL
M. KODRES
MAJANDUSTEADLANE

EESTI NSV TÄHTSAMATE TÖÖSTUSHARUDE TEHNOLOOGIA

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1948

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis
1948: 0406
13927
A- 17187

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

Saateks.

Käesoleva uue stalinliku viisaastaku realiseerimine ja Eesti NSV industrialiseerimine nõuab kvalifitseeritud tehniliste kaadrite ettevalmistamist.

Õppetegevuse edukus on aga suurel määral olenev õppematerjali baasist ja eeskätt erialalise ja ajakohase kirjanduse olemasolust.

Meie majandus-tehniline kirjandus on aga seni olnud väga tagasihoidlik; eriti suurt puudust on tunda eriainete õpikuist.

Käesolev teos on koostatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt kinnitatud õppekavade alusel ja on mõeldud õpikuna tehnikumide tööstusliku raamatupidamise, tööstuse plaanimise ja statistika erialadele.

Õpiku koostamisel on kasutatud ligi paari sada mitmesugust erialalist algallikat ja artiklit, hangitud andmeid Eesti NSV Riiklikult Plaanikomisjonilt, meie tööstuslikkudelt ministeeriumidelt ja keskasutistelt kui ka üksikuilt tööstusettevõtteilt.

Kuna kasutatud kirjanduse osundamine õpiku igal leheküljel oleks tehniliselt liiga keerukas, siis selle loetelu autorite nimede alfabeetilises järjestuses ja artiklite pealkirjadega on toodud raamatu viimastel lehekülgedel.

Kahekümne aasta vältel pole meil ilmunud eesti keeles ühtegi tehnoloogia õpikut. Selle põhjuseks on olnud asjaolu, et kodanlikus Eestis sääraste teoste trükkimisest ei oldud huvitatud, kuna ettevõtjal-kirjastajal polnud sellest loota suuremat profiiti, sest et nõudmine selle ala kirjanduse järele oli väga piiratud.

Vabas Nõukogude Eestis peab iga kodanik olema teadlik meie maa- ja loodusvarade rikkustest ja nende kasutamise võimalustest. Iga teadlik nõukogude inimene peab teadma, kuidas ja milliste vahenditega me taastame okupatsiooniaja laastatud rahvamajanduse ja viime Eesti NSV taas õitsengu ja õnne teele.

Avaldan tänu käesoleva teose ametlikele retsensentidele, Tallinna Polütehnilise Instituudi Majandusteaduskonna õppejõududele prodekaan B. Veimer'ile ja prof. R. Margile, kes oma autoriteetsete märkmete ja tähelepanekutega on tõhusalt kaasa aidanud käsikirjas esinenud puuduste õigeaegseks kõrvaldamiseks.

Samuti kasutan juhust, et avaldada siiraimat tänu ins. A. Mutile kui selle teose vastutavale toimetajale ja prof. A. Rannes'ele, kes on mind selle õpiku koostamisel nii mõneski küsimuses lahkelt aidanud.

M. Kodres.

I peatükk.

EESTI NSV TÖÖSTUSE AJALOOLINE ÜLEVAADE.

1. Eesti NSV tööstus enne esimest maailmasõda ja kodanlikul ajal.

Eesti majandusliku arenemise teel võib eristada kolme ajaloolist järku. Neid ajaloo järke piiritlevad suured poliitilised sündmused ning pöörded, mis on otsustavalt muutnud ja mõjutanud kogu edaspidist arengut. «Meie kõneleme siin Eestimaa majanduse arenemise iseloomulikest joontest tsaari-Venemaa hiigelriigi sopikeses, kodanlikus Eestis ning Nõukogude Eestis NSV Liidu plaanimajanduse süsteemis.» [1]

Esimese imperialistliku maailmasõja puhkemisel oli Eesti nii tööstuslikult kui ka põllumajanduslikult arenenumaid Venemaa kubermange. Kuni 1917. a. juhtivaiks tootmisaladeks olid Eestis metalli- ja tekstiiltööstus. Siin olid suured esmaklassilised laevaehitustehased ja masinaehitusettevõtted. Venemaa mõõtudes rajatud võimas laevaehitus, eesotsas Vene-Balti laevatehastega, kus esimese maailmasõja päevil töötas kuni 11 000 töölist, Beckeri laevatehas (3500 töölist), Noblessneri, Peetri jt., muutsid kogu Tallinna näo, andes talle tööstusliku ilme. Seda täiendasid veel teisedki metalli-, masinaehitus- ja elektriseadmete tehased, nagu «Dvigatel» (2000 töölist), Raudtee Peatehased, «Volta», «Krull», «Ilmarine», Tartu Telefonivabrik jt., mis räägivad ise endi poolt.

Tekstiiltööstus omas kuni 750 000 värtnat. Euroopa suurimas tekstiilettevõttes — Narva Kreenholmi Manufaktuuris — küündis tööliste arv parimail aastail kuni 14 000. Peale selle töötas reas teistes suurimais puuvilla-, villa- ja linavabrikuis veel üle 20 000 töölise.

---

[1] A. Veimer, Eesti NSV majandusprobleeme. Tallinn 1945. lk. 61.

Kuid arenes mitte ainult metalli- ja tekstiiltööstus, vaid püstitati ka suuri tselluloosi-, paberi- ja mööblivabrikuid. Ühes ehitustegevuse palavliku kasvuga sai erilist hoogu ka ehitusmaterjalide tööstus. Ehitati tsemendivabrikud (Kundas ja Aseris) ning rida lubja- ja tellisetehaseid üle maa.

Sellest näeme, et tööstuse kontsentratsioon oli silmapaistev, tööstuse tehniline sisseseade oma aja kohta eesrindlik. Tööstuse kontsentratsioon põhjustas ka tööliste kontsentratsiooni. Nii näit. 60 000 tööliseni ulatuv suurtööstuse tööliste pere andis Tallinnale tema tööstusliku ilme, andis selgroo töölisliikumisele, oli kandvaks jõuks järgnevais revolutsioonilisis sündmusis.

Nagu toodust näeme, oli Eesti tsaariaegsel Venemaal kapitalistlikult üks kõige enam arenenud kubermange.

Selle tööstusliku kasvu põhjused olid peamiselt alljärgnevad:

1) Venemaale tungiv väliskapital, 2) meretranspordi odavus, mis soodustas kütteaine — kivisöe — ning tooraine — puuvilla — sissevedu, 3) feodaalsete kütkete väiksem koormus külas, mis andis avaramaid tegutsemisvõimalusi kapitalile just Baltimail, ning 4) ääretu Sise-Venemaa, esijoones Peterburi turg valmistoodete realiseerimiseks.

Kõigi nende tehniliselt suurejooneliste saavutuste juures ei tohi unustada, et see oli tööstuse arenemine kapitalistlikes tootmisvahekordades, mistõttu tema arenemine oli hüppeline, anarhiline, suurte tagasilöökidega; esinesid kõik paratamatud kapitalistliku tootmissüsteemi pahed nagu: ületoodang, majandusliku konjunktuuri tõusud ja mõõnad, tööliste puudus vaheldus tööpuudusega, mille tagajärjeks olid lõpmatud majanduskriisid, töörahva hälg ja viletsus.

Töötülid ja streigid ning proletariaadi klassivõitluse kujunemine iseloomustavad poliitilisi vahekordi antud ajajärgul; streikide põhjusteks olid tavalisesti madal tööpalk, halvad töö- ning elutingimused, ülekohtused trahvid ning petmised tööpalkade arvutamisel.

Esimene suurem streik Eestis toimus 1872. a. Narva Kreenholmi Manufaktuuris, mis osutus ühtlasi esimeseks suureks palgatööliste streigiks Venemaal. Eriti tormilist iseloomu kandis aga 1882.—83. a. kestnud streigilaine, millega olid haaratud laiad tööliste hulgad Tallinnas, Narvas ja Kundas.

Ühes töölisklassi poliitilise teadvuse süvenemisega ning bolševistliku partei mõju kasvuga need, algul puhtmajanduslikku iseloomu kandvad võitlused muutuvad poliitilisteks võitlusteks, kaasa tõmmates esijoones maa mõisnikuvaenulist talurahvast.

Eestlased on poliitiliselt karastatud ja paljukogenud rahvas. Viimaste aastakümnete jooksul on eesti territooriumil vaheldunud

balti parunite, tsaarivõimukandjate, revolutsioonides võidule tulnud töörahva, saksa okupantide, kodanliku klikivalitsuse, taas saksa fašistliku okupatsiooni, ning lõpuks jällegi töörahva võim.

Aastakümnete jooksul kestnud vabadusvõitluses reaktsiooniliste jõudude — saksa parunite, tsaari sandarmite, tsensorite, kodanlike natsionalistide ja fašistlike anastajate vastu tugevnes üha enam eesti ja vene rahva põline sõprus. 1905. a. revolutsioonilised sündmused olid esimeseks näitlikuks õppetunniks: nad näitasid, et eesti ja vene rahval, et eesti ja vene töölistel ja talupoegadel on ühised huvid ja ühised vaenlased tsaarivõimu ja kapitalismi näol.

Eesti rahva sõprussidemed vene rahvaga ja teiste Nõukogude Liidu rahvastega tegid läbi tõsise tuleproovi ning kõvenesid veelgi enam Suure Oktoobrirevolutsiooni päevil, võitluses nõukogude võimu eest bolševikkude partei juhtimisel.

Seda sõprust kõvendas eesti ja teiste Nõukogude Liidu rahvaste poegade ning tütarde veri, mis valati Suure Isamaasõja lahinguväljadel ja ka Eesti territooriumi vabastamisel saksa fašistlikest okupantidest.

Ühiste katsumuste, kannatuste ja võitluste tules eesti ja vene rahva põline sõprus tugevnes veelgi, lõi õitsele stalinlik sõprus, mis seob eesti rahvast NSV Liidu teiste vennasrahvastega.

Ainult marutõbised kodanlik-natsionaal-šovinistid võisid külvata vihavaenu eesti ja vene rahva vahele, sihikindlalt teostades vähemusrahvuste rõhumist nn. kodanliku «kultuurautonoomia» sildi all, mis ei olnud midagi muud, kui rõhutud rahvaste vabadusliikumise mahasurumise ja kunstliku vihavaenu tekitamise üks vahendeid.

Kodanliku Eesti ajajärgul Venemaa mõõtudes rajatud suurtööstus laostus ning nii enne 1917. a. loodud kui ka kodanlikul ajajärgul rajatud suurtööstust kasutati poolfabrikaatide tootmiseks.

Vaatamata soodsale geograafilisele asendile laostus järk-järgult ka laevaehitus ning 1926. a. oli metallitööstuses endise ligi 20 000 töölise asemel järele jäänud vaid 3500. 1937. a. töötas Eestis ca 11 000 tööstusettevõtet, kusjuures ainult kuuel neist tööliste arv ületas 1000, kuna ca 10 000 pisikäitist töötas vähem kui viie töölisega.

Kodanlikul ajajärgul töötanud metallitöötlemiskäitised, nagu «Krull», «Ilmarine», «Volta», Tallinna Sadamatehased, Tartu Telefonivabrik jt. olid muudetud oma tootmistingimuste iseloomult «universaalkäitisteks». Nii näit. 600 töölisega töötanud «Krull» tootis absoluutselt kõike, alates vedureist ja lõpetades pliidirõngastega.

Omaaegse keemia suurkäitise «Mayer'i» laostumisega hävines täielikult keemiatööstus, Aseri tsemendivabrikust jäid vaid vare-

med, esimeses maailmasõjas hävinenud Irboska kipsitööstus ei saanud enam jalgu alla jne. jne. Tunduvat tagasiminekut näitas ka tekstiiltööstus. Nii näit. töötas 1937. a. selles tööstusharus vähem töölisi (11 000), kui enne esimest maailmasõda Kreenholmis üksinda (14 000).

Kodanlikus Eestis töötanud suurtööstusele on iseloomustav asjaolu, et ta oma valdavas enamikus kuulus väliskapitalile, esmajoones aga saksa ja inglise omale. Väliskapitali osatähtsust Eesti majanduselus iseloomustab asjaolu, et kodanliku Eesti ajastul kuni $^2/_5$ rahvamajandusse paigutatud kapitalist oli Scheeli panga käes, kes teatavasti esindas saksa kapitali huvisid Eestis.

Nii olid Scheeli panga käes kodanliku Eesti ajal pea kõik meie põhilised tööstusharud, nagu põlevkivitööstus («Kiviõli» ja Rootsi kaudu ka «Sillamäe»), tselluloositööstus, fosforiidi-, tekstiil- jt. tähtsamad tootmisalad. Osa põlevkivitööstusest, nagu näit. «The Estonian Oil Shale Development Cyndicate Ltd» ja «New Consolidated Gold Field's» (Kohtlas), kuulusid aga inglastele. Veel suuremaks kurnamisobjektiks inglise imperialistidele kujunes aga meie põllumajandus. Teatavasti oli kodanlikul ajajärgul põllusaaduste osatähtsus kogu ekspordis üsna suur. Nii näit. veeti välja 1938. a. piimasaaduste kogutoodangust 37%, sealihast 21,4%, lihast 1926.—1930. a. keskmiselt 71% ja munadest ca 30%, kusjuures peamiseks konsumendiks on olnud Inglismaa. Seega oli eesti põllumajandus suuremal määral turuletootja, kogu põllumajanduse olukorra määrajaks aga maailmaturu hinnad, mis omakorda olid väga kõikuvad. Hindade ebastabiilsuse põhjuseks oli jällegi monopolistlik finantskapital, mis kunstlikult hoidis tööstuse, eriti tootmisvahendite tööstuse saaduste hindu suhteliselt kõrgemal põllusaaduste tootjate maade kahjuks. Nii osutus see suhe 1930.—37. a. ajavahemikus ca 16,8% võrra põllusaaduste turustajate väikeriikide kahjuks.

Sellest tingituna ei saanud kodanlik Eesti imperialismi ajastul kujuneda majanduslikult elujõuliseks. Kartuses proletariaadi revolutsioonilise liikumise eest likvideeris kodanlik klikivalitsus teadlikult Nõukogude Liiduga läbikäimisel baseerunud suurtööstuse, katkestas ajalooliselt kujunenud majandussidemed Nõukogude Liiduga ja orienteeris ümber peaaegu kõik meie põhilised tööstusharud poolfabrikaatide tootmisele, peamiselt Saksamaa ja Inglismaa jaoks.

Nii kasutati meie põlevkiviõli, mis on väärtuslikuks poolfabrikaadiks keemiatööstusele, Saksamaa keemiatööstuse toorainena. Hoolimata meie metsade vähesusest suunati meie metsakasutamine jällegi poolfabrikaatide, s. o. puitmassi ja tselluloosi tootmisele, mis

on lähteaineks lõhkeaine-, kunstsiidi- jt. keemiatööstuse harude saadustele. Ka kavatsetud fosforiidivabriku toodang oli samuti 10 aastaks ette ära müüdud Saksamaale. Eesti tekstiiltööstus oli samuti suunatud poolfabrikaatide tootmisele. Nii näit. «Kreenholm» ja «Balti Manufaktuur», kasutades tööpalkade odavust Eestis, tootsid põhiliselt poolfabrikaati, s. o. kedrust ja lõnga, mida veeti välja Saksamaale ja üsna suurel mõõdul ka Inglismaale.

Väliskapitali osatähtsuse iseloomustamiseks Eesti majanduselus võib veel mainida, et 1938. a. 150 suuremast ettevõttest 77 — seega üle poole — kuulus välismaa kapitalistidele.

Need on üksikud näited sellest, kuidas väliskapital Eestis, omades monopoolset seisukorda ning olles faktiliselt peremeheks riigis, suunas meie tootmisjõudude arendamist Eesti rahvamajandusele kahjulikus suunas, muutes meie maa tegelikult poolkoloniaalseks maaks, mis teatavasti ongi monopolistlike kapitalide kurnamisobjektiks.

Tingituna väliskapitali, eeskätt saksa ja inglise kapitali mõjust, liikus endistest suurkäitistest tõusuteed vaid Tallinna tselluloositööstus, mis koos hiljem ehitatud Kehra tselluloositehasega andis aastas üle 100 tuh. tonni tselluloosi ja paberit. Täiesti uue alana alustas tööd põlevkivitööstus, tõstes toodangu 1939. a. 1662 tuh. tonnini.[1]

Teised kuni 1917. aastani domineerinud tootmisalad, nagu metalli- ja tekstiiltööstus, laevaehitus ja masinaehitus, jäid kodanliku Eesti ajal kängu ja esikohale tõusis toiduainetetööstus, mis moodustas kuni 29% kogu tööstustoodangust. Oma osatähtsuselt järgnesid toiduainetetööstusele tekstiiltööstus (18%) ja metsatööstus (13%). Puhtkergetööstuslikud tootmisalad, nagu nahaparkimine, jalatsitööstus, õõnesklaasi valmistamine, valmisriideõmblus jne., moodustasid ca 6%. Seega vastandina rasketööstusele domineeris kodanlikus Eestis kergetööstus (s. o. tarbekaupade tootmine), moodustades ca 65% kogu tööstuse toodangust.

Nii sai tööstuslikult eesrindlikust maast kahekümne aasta jooksul poolkoloniaalses seisukorras olev maa, mille ülesandeks oli varustada imperialistlikke tööstusriike abimaterjalide ning tooraainetega, ning mille töölisklass oli allutatud monopolistliku finantskapitali kurnamisele. Teiselt poolt aga oma rasketööstuse puudumine Eesti territooriumil tootmisvahendite tootmiseks, samuti metallide ja kemikaalide puudumine, asetas kodanliku Eesti tööstuse täielikku sõltuvusse imperialistlike suurriikide tehnikast, kus

[1] A. Veimer, Eesti NSV majandusprobleeme. Tallinn 1945, lk. 69.

iga viimnegi masin ning osa tuli importida. Viimane asjaolu süvendas Eesti tööstuse sõltuvuse suurenemist maailmaturu konjunktuurist.

Esimese maailmasõja järgse Euroopa kriisirohked aastad andsid selle tõttu eriti valusaid hoope nimelt Balti väikeste riikide majandusele ning viisid need tegelikult laostumiseni.

1932. a. 1. detsembriks oli meie linnade tööbörsidel registreeritud ca 20 000 töötut, reas linnades (Rakvere, Türi, Võru, Kuressaare jm.) ning aleveis oli ½—⅓ töövõimelisest elanikkonnast tööta. Eesti tööliskonnal tuli läbi teha kahekümne aasta jooksul kolm kriisiperioodi (1924, 1932—33, 1938—39). Laialdaste rahvahulkade materiaalse olukorra halvenemisega teravnes üha enam klassivõitlus. Seda tõendavad 1924. a. 1. detsembri töötava rahva ülestõus ja kodanliku vabariigi ajal pidevalt kestnud poliitilised protsessid (millest suurim oli 149 protsess, ning pikk rida väiksemaid).

Me juba märkisime eespool, et otse peale nn. kodanliku «iseseisvuse» kuulutamist Eestis loobus tagurlik klikivalitsus heanaaberlikest suhetest Nõukogude Liiduga ja alustas kõige ägedamat nõukogudevastast poliitikat. Eriti reaktsiooniliseks aga muutus see teise maailmasõja puhkemisel, s. o. 1939. a. sügisel.

Selle kohta, et Eesti tagurlik kodanlus võttis osa nõukogudevastastest mahhinatsioonidest ja valmistus sõjaks Nõukogude Liidu vastu, on olemas rohkesti fakte. Tagurlased püüdsid mõjutada ja muuta avalikku arvamust ning meelestada Eesti laialdasi rahvahulki Nõukogude Liidu vastu.

1940. a. suvel tolleaegsed «riigimehed», nagu Uluots, Laidoner, Piip, Jürima jt., sõitsid mööda maad ringi, korraldasid koosolekuid, paraade ja pidasid kõnesid. Kõigi nende esinemiste põhimotiiviks oli see, et Eesti peab olema valvel võimalikeks tõsisteks sündmusteks. Selliselt püüdis tagurlik klikivalitsus mobiliseerida Eesti avalikku arvamust Nõukogude Liidu vastu. 15. juunil algas Tallinnas nn. «Balti nädal», millest võtsid osa Eesti, Läti ja Leedu poliitika- ja seltskonnategelased.

Kui meenutada, et kõik see toimus ajal, millal kõik need Balti riigid (Eesti, Läti ja Leedu) olid seotud Nõukogude Liiduga sõlmitud mittekallaletungi ja vastastikuse abistamise paktiga, siis Eesti reaktsioonilise, fašismimeelse kodanluse aktiivne nõukogudevastane tegevus muutub täiesti ilmseks.

Ainult nõukogude võimu kehistamisega Eestis tehti jäädav lõpp Lääne-Euroopa imperialistide ja nende käsilaste võimutsemisele Eestis. Nõukogude võim oli see, kes kukutas reaktsioonilise

klikivõimu ja pani maksma Eestis demokraatliku korra; ta taastas eesti rahva demokraatlikud õigused, mis kodanlus võttis temalt enam kui 20 aasta eest, mil saksa imperialism 1918. a. hävitas Eestis nõukogude võimu. Eesti töötav rahvas teadis, et tema võit 1940. a. suvel reaktsiooni üle oli saavutatud Eestimaa Kommunistliku (bolševike) Partei otsesel juhtimisel, eesti bolševike kauaaegse ennastsalgava põrandaaluse võitluse tulemusena, mis kestis 1918. aastast peale, millal sotsialistlik revolutsioon oli Eestis saksa röövvallutajate ja reaktsioonilise kodanluse poolt ajutiselt maha surutud.

2. Ennesõjaaegne olukord.

Ligi 25 aasta vältel valitses riiki reaktsiooniline kodanlus, muutes Eesti ja selle töölisklassi imperialistlike suurriikide finantskapitali kurnamise objektiks. Alles 1940. a. õnnestus eesti rahval kukutada fašistlik diktatuur ja kehistada riigis nõukogude kord.

Nõukogude esimene aasta Eestis arenes kapitalistlikult korralt sotsialistlikule süsteemile ülemineku tähe all. Teatavasti kuulus kodanlikus Eestis 150 suuremast erafirmast 77 välismaa ja 73 eesti kapitalistidele.

Sellepärast natsionaliseeriti 1940. a. jooksul Riigivolikogu 23. juuli deklaratsiooni alusel 906 tööstusettevõtet; sama deklaratsiooniga kuulutati maa rahva ühisvaraks. Seega oli eesti rahvas lõpule viinud sajandeid kestnud võitluse, mille eesmärgiks oli oma peremeheõiguse kehtimapanek maa üle, mida ta haris. 53 000 maata ja vähese maaga talupoega sai nõukogude võimult maad. Eesti põllumajapidamises loodi 25 masina-traktorijaama, hobumasinariistade laenutuspunktides oli üle 5000 hobuse ühes kõigi vajalike masinatega. Nõukogude võim kustutas talurahva laenu- ja maksuvõla, mis oli ligi 100 miljonit EKr. Töölisklassi ja töötava talurahva materiaalne olukord paranes tunduvalt.

Kultuuri alal tegi noor Nõukogude Eesti samuti suuri edusamme. Tasuta õppimine kõigis õppeasutistes ning stipendiumide andmine tehnikumide ja kõrgemate õppeasutiste üliõpilastele kindlustas töötavale rahvale võimaluse omandada teadmisi ja saada haridust. Kinod, teatrid, muuseumid, raamatukogud jne. said kättesaadavaks kõige laiematele töörahva hulkadele; viljakalt töötati ENSV-s ka teaduse ja kunsti alal.

Tööstuse alal suunati kõik pingutused kodanliku korra ajal hävinenud ja laokile jäänud ettevõtete reorganiseerimisele, olemas-

olevate vabrikute toodangu tõstmisele, kuna nõukogude korra loomisel oli ENSV rahvamajanduses väga suuri rakendamata tootmisjõude, nagu Kreenholm, mis töötas 25%-lise koormatusega, Balti Puuvilla Manufaktuur, Kunda tsementitehas, Lutheri vineeri- ja mööblitehas jt. Asuti tööstuse kõigi ressursside ratsionaalsemale kasutamisele ja uute vabrikute püstitamisele. Paljud ühe vahetusega töötanud tehased hakkasid töötama 2—3 vahetusega, seega täie koormatusega.

Nõukogude võimu ajal lasti käiku seni tegevuseta seisnud tuletiku vabrikud, kõievabrik, lubja-, kipsi- ja teisi vabrikuid. Lisakulude alandamise eesmärgiga liideti terve rida kunstsiidi kudumise pisikäitisi suuremate kombinaatidega. Põhimõtteliselt lahendati küsimus kunagise Tallinna suurejoonelise laevaehituse taastamiseks. Kuna aga selle tehase korpustes töötas juba rida uusi käitisi, nagu «Tarbeklaas», «Kopli Metallitehased», keemiatehas «Orto» jt., siis otsustati need lühikese ajaga ümber paigutada. Otsustati näit., et kunagi nimekad tehased, nagu «Dvigatel» ja keemiatehas «Mayer», on surnud ning taastamisele ei tule, vaid nende varemeil võivad tärgata sootu erineva iseloomuga tööstused. Teiste sõnadega — juba 1940.—41. a. peeti meie majanduselu korraldamisel silmas ning otsustati iga antud käitise puhul eraldi, kas hakata seda üles ehitama, laiendama või mitte. Selge on, et ka nüüd, pärast fašistlikku laastamist, see probleem tõuseb meie ette täie teravusega.

Juba 1940. a. viimasel veerandil töötas meie tööstus esmakordselt plaani järgi. Nõukogude valitsuse poolt kehtima pandud majandusplaan teostati peaaegu kõigil tööstustoodangu aladel, näiteks puuvillase riide alal 137,8%, villase riide alal 114,1%, nahkjalatsite alal 138%, tuletikutootmise alal 124% jne. 1941. a. esimese veerandaasta rahvamajandusplaani täitis ENSV sotsialistlik tööstus 117% ulatuses (1926/27. aasta hindade alusel). Seega kasvas tööstuse üldtoodang 1941. aasta esimesel veerandaastal võrreldes 1940. aasta esimese veerandiga (s. o. enne nõukogude aegse perioodiga) 65,5%.

Plaani kohaselt pidi Eesti NSV tööstus 1941. aastal andma tööstustooteid 1926/27. a. hindades 397 miljoni rubla suuruses, s. o. 30% rohkem, kui eelmisel aastal. 1941. aasta esimese viie kuu kestel andis Eesti NSV tööstus enam kui 200 000 000 rubla eest (1926/27. aasta kindlate hindade alusel) kaupu.

See oli tööstustoodangu ennenägematu kasv Eestis.

Edusammud tööstuse alal saavutati suurel määral sotsialistliku töövõistluse ja lööktöö tulemusena. Lööktööliste arv kasvas pide-

valt. Tööpuudus, eesti töölise nuhtlus kodanliku korra ajal, kadus ning peatselt hakati tundma töökäte puudust, eriti valajaist, vormijaist, treialeist ja kudujaist. Tööviljakuse kasvu iseloomustavad järgmised arvud: kui võtta vabrikutöölise 1941. aasta jaanuari tööviljakuse aluseks 100, siis see arv veebruaris oli 111,3, märtsis — 116,3, aprillis — 126,6 ja lõpuks 1941. aasta mais 139,3. Need arvud kõnelevad kujukalt sellest, mida võib saavutada töölisklass, kui ta ei tööta ekspluateerijatele, vaid iseenda, oma nõukogude riigi ja nõukogude ühiskonna heaks.

Pidevat kasvutendentsi näitas samuti ka tööliste arv, mis suurenes 1941. a. aprillis, võrreldes 1940. aasta aprilliga 70%-le, ulatudes 102 000 inimeseni. Seoses tööstustoodangu tõusuga paranes ka tööliste üldine heaolu ning töölisklassi reaalpalk kasvas üle 23%. Ent uue elu ülesehitus katkestati hitlerliku Saksamaa alatu ja reetliku kallaletungiga Nõukogude Liidule. Algas Suur Isamaasõda. Eesti sattus teist korda viimase kolme aastakümne jooksul saksa okupatsiooni alla. Töötaval rahval tuli alata uuesti vihast võitlust nii fašistlike okupantide kui ka nende käsilaste, kodanlike natsionalistide vastu.

3. Okupatsiooniaegsed kahjustused.

Fašistliku okupatsiooni mõju meie tööstusele oli masendav. Meie põlevkivitööstus oli hävinud 58% võrra, sealhulgas Kiviõli, Kohtla ja Sillamäe põlevkivikaevandused olid õhku lastud, ära uputatud ning täiesti kõlbmatuks muudetud. Osaliselt oli hävinud suurkäitis «Luther» ja Kehra tselluloositehas.

Enne taganemist purustasid sakslased Tallinna telefonikeskjaama ning tööstusele ja tema normaalsele arengule ülitähtsa Tallinna sadama kõigi tema seadmetega. Elektrijaamadest oli säilinud vaid üks neljandik. Suuremad elektrijõujaamad, nagu Ulila, Püssi ja Kohtla-Järve, olid purustatud.

Kõige rohkem sai kannatada aga meie tekstiiltööstus. Nii näit. Narva Kreenholmi 750 000 värtnast säilis vaid 16 000; põhiliselt on hävitatud Balti Puuvillavabrik, Narva Linamanufaktuur, Narva Kalevivabrik, Narva Kunstsiidivabrik «Vill», Hiiu-Kärdla kalevivabrik, Tartu käitis «Punane Tekstiil», täielikult hävitati kõik ketrusvabrikud.

Kogu okupatsiooniaja jooksul kõik meie tehased ja vabrikud olid sihilikult suunatud ning ekspluateeriti fašistliku sõjaväe vajaduste rahuldamiseks, seejuures absoluutselt ilma remondita, ees-

märgiga, et maa jääks ilma tööstuseta. Saksa ajakirjanduses mainiti korduvalt, et Baltimaade ülesanne on saada Suur-Saksamaa kapsaaiaks.

Eesti põllupind on kehv, ta vajab kõrge saagi saamiseks tugevat väetist. On enam kui iseloomulik, et 3 okupatsiooniaasta jooksul veeti välja kõige ettevaatlikuma arvestuse järgi 170—200 tuhat tonni fosforiiti, kusjuures sellest grammigi ei antud Eesti põldude väetamiseks. Sellest tingituna vähenes meil külvipind okupantide ikke all ca 35%. Ka loomade arv vähenes Eesti külas üle poole: lammaste arv — 73%, sigade arv — 56%, lüpsilehmade arv — 55%. Kolme aastaga oli laastatud 35 000 ha metsa. Kolme okupatsiooniaasta jooksul veeti sakslaste poolt Eestist välja: teravilja — 45 tuh. t, kartuleid ja aedvilja — 72 tuh. t, heinu 73 tuh. t jne.

Enne Suurt Isamaasõda meie oludes hästikorraldatud kommunaalmajandus osutus täiesti laostatuks. Üldiselt on okupatsiooni ja sõjategevuse tagajärjel Eesti NSV territooriumil purustatud 57 000 hoonet, mille tagajärjel elamispind linnades vähenes ca 42%. Täielikult on hävitatud Narva, Otepää, Antsla, Tõrva ja Põltsamaa linn, Tallinnas on hävinud ca 49% elamispinnast, Tartus — 50%, Pärnus — 35% jne. Rängalt on saanud kannatada Võru, Valga, Paldiski, Kuressaare ja teised linnad, ligi pooled koolihooned on ära põletatud. Oma põgenemise eel püüdsid fašistid hävitada kõik Eesti linnad, nagu nad seda tegid teistes Nõukogude Liidu okupeeritud vabariikides ja maades. Ainuüksi Tallinnas avastati 75 mineeritud kohta, kust korjati 106,5 tonni lõhkeainet. Eesti kommunaalmajanduse ja tööstuskäitiste täieliku hävitamise fašistide poolt hoidis ära Eesti töötava rahva aktiivne võitlus fašistide vastu.

4. Eesti NSV tööstus tänapäeval.

Sellises olukorras oli Nõukogude Eesti pärast vabanemist kolmeaastasest fašistlikust okupatsioonist. Kuid peab rõhutama, et siin ei ole tegemist ainult sõjakahjudega, mis tihti on paratamatud sõjapiirkondades. Suurimate kahjude põhjustajaks on olnud saksa fašistlik majanduspoliitika, mis oli suunatud Nõukogude Eesti majanduse ja tööstuse hävitamisele. Need kahjud, mis on tekitanud fašistlik majanduspoliitika, ulatuvad kümneisse miljardeisse. Eriti suurt hävitustööd on aga fašistlik okupatsioon teinud meie põllumajanduse alal, mis pole taastatav ühe-kahe aastaga. Kõrgel järjel seisnud piimakarja ja meie eeskujuliku piimamajanduse viisid okupandid kaugele tagasi. Halvasti haritud, umbrohtunud ja väeta-

mata põlde pole ka võimalik taastada ühe või kahe aastaga, et saada endist saaki.

Arusaadav on seepärast, et esimeseks sammuks Eestis pärast saksa okupantide väljaajamist oli maareformi taastamine, mille Nõukogude valitsus viis läbi 1940. aastal. Selle maareformi poliitilised ning majanduslikud tulemused olid käega-katsutavad. Selle kohta annab tunnistust kõigepealt 1945. a. kevadkülvi edukas läbiviimine, kuigi vabariigi põllumajandusel tuli võidelda määratu suurte raskustega.

Ka tööstuses polnud olukord kergem pärast sakslaste väljakihutamist 1944. a. sügisel, kui oli vaja tööstusi käiku lasta, kuna kohal oli järel vaid 20% tööliste arvust.

Pärast Tallinna vabastamist 22. septembril 1944. a. asus ENSV valitsus otsekohe rahvamajanduse taastamisele. 1945. aasta rahvamajanduse plaan tööstuse osas täideti 104,2%, mis moodustas 220 milj. rubla, olles siiski vaid 45% 1941. a. plaanist. Võrreldes 1944. a. IV kvartaliga aga meie tööstuse kuutoodang tõusis 3,7 milj. rublalt 1945. a. 20 milj. rublale ehk 540%. 1945. a. lõpuks saavutati samuti töötajate üldarvu tõhusat tõusu ja nimelt: kui 1941. a. 1. juunil oli 94 000 töötajat, siis 1944. a. augustis oli see langenud 28 000-le, 1945. a. lõpuks see arv aga oli tõusnud üle 50 000. Seega vaevalt aasta jooksul oli töötajate üldarv kasvanud kahekordseks.

Eeskujulikult täideti metsa ülestöötamise ja väljaveo plaan, mille tagajärjel Eesti NSV Metsamajanduse ja Puidutööstuse Rahvakomissariaat tuli metsavarumisel teiste vennasvabariikide hulgas esikohale.

Määratu suur töö tehti teede- ja raudteevõrgu taastamisel: oli taastatud 285 silda ja remonditud 2000 kilomeetrit teed. Tänu kogu vabariigi asutiste abile, oli Siseasjade Rahvakomissariaadi Maanteedevalitsusel teiste vennasvabariikide seas esikoht.

Laiaulatuslik taastamistöö viidi läbi side korraldamise alal: taastati näit. 12 000 km telefoniliine, seati sisse telefoniühendus Moskva ja Leningradiga.

1945. a. lõpuks oli meie autopark kasvanud 1500 autole, mis moodustas 58% ennesõjaaegsest autode üldarvust (1941. a. — 2600 veoautot). Kui meil enne laiarööpmelisel raudteel laaditi 850 vagunit ööpäevas, siis 1945. a. laaditi juba ca 400 vagunit.

Ka ehitusmaterjalide ja metallitööstuse osas saavutati suuri võite, näit.: metallitööstus tõsteti 1941. a. tasemele; kui 1941. a. I kvartalis toodeti tsementi 15 000 tonni, siis toodeti seda 1945. a.

veel rohkemgi, samuti aknaklaasi toodang oli viidud ennesõjaaegsele tasemele.

Ka põlevkivitööstuse taastamisel on tehtud suur töö, mille tulemusena 1945. a. lõpuks põlevkivi toodang tõusis 1941. a. tasemele, kuigi see tööstusharu okupantide poolt peaaegu täielikult lõhuti. Täiesti on taastatud okupantide poolt purustatud Kohtla ning osaliselt Kiviõli utmisvabrikud. Millise tempoga toimub siin taastamistöö, näitab asjaolu, et Kohtla põlevkivikaevandus saavutas rändpunalipu koos 70 000-rublalise preemiaga.

Vaatamata sellele, et meie suuremad elektrijõujaamad, nagu Ülila, Narva, Püssi ja teised, olid hävitatud täielikult, saavutati mõne kuuga juba väga suuri tulemusi ja nimelt — suudeti anda 30 milj. kWh elektrienergiat kvartali kohta, mis moodustas ca 75% meie elektrijõujaamade ennesõjaaegsest toodangust. Taastati esimene osa Püssi elektrijaamast, voolu annab Ülila — Tartu ja Viljandi pole enam pimedas.

Suur töö on tehtud hariduse alal, koolivõrgu taastamise alal. 1945. a. õppis koolides ligi 120 000 õpilast. See on peaaegu niisama palju kui enne sõda. Eriti suurt rõhku on pandud tehnilisele haridusele, uute tehnikumide ning kutsekoolide loomisele.

On taastatud samuti kõrgemad õppeasutised: Riiklik Ülikool Tartus ja Polütehniline Instituut Tallinnas, on kirjastatud õppekirjandust, ajalehti, ajakirju, on avatud rahvamaju, klubisid, muuseume, raamatukogusid, mis etendab väga suurt osa masside kasvatamise alal. Meie töö tulemused on suured, tänu teiste Nõukogude Liidu vennasrahvaste, eeskätt aga suure vene rahva abile.

«Meie võitude organiseerijaks on suur bolševike partei, Lenini-Stalini partei.» [1]

5. Tööstuse taastamise-arendamise plaan.

Nõukogude ühiskond on rajatud tootmisvahendite ühiskondlikule omandile. Sellest lähtudes on rahvamajanduse plaanimine põhialuseks kogu majanduselu arendamisele ja on seaduseks Nõukogude riigis.

Eriti tähtis osa NSV Liidu rahvamajanduse plaanimisel kuulub perspektiivplaanidele, mis määravad ettenägelikult NSV Liidu arenemist. «Ei saa töötada,» tähendas V. I. Lenin, «ilma plaanita, mis on ette nähtud pikemaks ajajärguks ja tõsiseks eduks.» [2]

---

1 A. Veimer, Eesti NSV majandusprobleeme. Tallinn 1945, lk. 144

2 „Plaanimajandus" nr. 6/7, 1945, lk. 163.

Esimene perspektiivplaan, nn. GOELRO plaan, koostati sm. Lenini juhiste järgi. Selle ülesandeks oli välismaa sõjalise interventsiooni ja kodusõja hävituste ning purustuste likvideerimine. Selle plaani ennetähtaegne ja tõhus täitmine pani tugeva aluse stalinlike viisaastakute teostamisele.

Esimene stalinlik viisaastaku-plaan võeti vastu 1929. a. ÜK(b)P XVI konverentsil. Tema peamiseks ülesandeks oli muuta NSV Liit agraarsest ja nõrgast riigist tugevajõuliseks industrialiseeritud riigiks, reorganiseerida sotsialismi baasil mitte ainult tööstus, vaid ka transport ja põllumajandus. Esimene viisaastaku-plaan täideti nelja aasta ja koime kuuga.

Teise stalinliku viisaastaku-plaaniga, mis samuti täideti enne tähtaega, likvideeriti lõplikult ekspluateerivad klassid, teostati rahvamajanduse põhiline tehniline rekonstruktsioon.

Nende kahe viisaastaku-plaani täitmise tulemusena meie riigis teostati kommunismi esimene faas — sotsialism.

1941. aastal asus NSV Liidu Riiklik Plaanikomisjon partei ja valitsuse ülesandel üldise 15 aastaks arvestatud rahvamajandusplaani koostamisele, mille eesmärgiks oli jõuda järele ja mööduda enamarenenud Euroopa riikidest ja USA-st majanduslikult, s. t. ühe elaniku kohta masinate, kütuse, terase, malmi, tootmisvahendite, tarbeesemete jne. toodangu alal. Selle töö, kui ka kolmanda stalinliku viisaastaku-plaani täitmise, katkestas fašistlike anastajate ootamatu kallaletung meie kodumaale.

Nõukogude rahva Suur Isamaasõda saksa röövvallutajate vastu avas NSV Liidu arengus uue perioodi. Ainult see hiigelsuur riigi ümberkujundamine, mida teostati stalinlike viisaastaku-plaanide järgi, tegi võimalikuks sõja tõttu NSV Liidu ette kerkinud ülesannete täitmise. Ainult tänu sotsialistliku majanduse paremusile võimaldus NSV Liidul enneolemata lühikese ajaga ümber korraldada oma tööstus ja kogu rahvamajandus sõjanõuetele vastavaks, mis tagas võitu hitlerliku Saksamaa üle.

Pealesõjaaegse viisaastaku-plaani koostamine toimus meie maa rahvaste ning kogu inimkonna ajaloo suurel murranguajajärgul. Suur Isamaasõda lõppes võidukalt, vaenlase üle saavutati suurim sõjaline ning majanduslik võit, ning Jaapani kapituleerumine idas pani aluse rahuliku arenemise ajajärgule kogu maailmas.

Suure Oktoobrirevolutsiooni 26. aastapäeva puhul ütles sm. Stalin omas ettekandes muuseas: «Me peame täielikult likvideerima saksa röövmajanduse tagajärjed rajoonides, mis on vabastatud saksa okupatsioonist. See on suur ja kogu rahvast hõlmav üles-

anne. Me oleme suutelised ja peame lahendama selle raske ülesande lühima ajaga.» [1]

Uus viisaastaku-plaan osutubki riigi kõigi rajoonide arendamise plaaniks, kõigi Nõukogude Liidu vabariikide õitsengu plaaniks, mille tulemuseks peab olema NSV Liidu sõjaeelse rahvamajanduse arengu taseme tunduv ületamine.

1946. aasta märtsikuul NSV Liidu Ülemnõukogu I istungjärgul vastuvõetud NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise 1946.—50. a. viie aasta plaani kohaselt suureneb tööstuslik tootmine Eesti NSV-s 1950. aastal võrreldes 1940. aastaga kolm korda. Kapitaalmahutuste üldulatus viisaastaku jooksul vabariigi rahvamajanduses moodustab ligi 3,5 miljardit rubla. On ette nähtud vabariigi rahvamajanduse täielik taastamine ja esmajoones põlevkivi- ning utmistööstuse, energiamajanduse, masinaehituse, toiduainete ja puuvillriidetööstuse taastamine ning edasiarendamine. Kindlustatakse põllumajanduse ja esmajoones liha- ja piimakarja ning seakasvatuse taastamine ja edasiarendamine.

3180 rubla kapitaalmahutusi iga elaniku kohta Eesti NSV-s ületab teiste liiduvabariikide vastavad arvud ja annab tunnistust Eesti NSV-le asetatavate ülesannete tähtsusest. Peale selle on Eesti NSV esikohal (ülaltoodud mõttes) veel tsemendi, puuvillriide, liha ja kala toodangu alal.

125 tähtsamast positsioonist ehk toodangu alast jäävad üldiselt siiski 22 positsiooni veel sõjaeelsest tasemest allapoole. Teised 103 positsiooni ulatuvad aga kõrgemale ennesõjaaegsest tasemest. Üldiselt on meie tööstuse toodangu kasv, võrreldes sõjaeelse tasemega, ligi 2,5-kordne. See arv kinnitab veel kord, et meil seisab ees tõsine ja pingerikas töö, mis kohustab meid kõige kohusetruumalt suhtuma viisaastaku ülesannete täitmisse, kuna see nõuab suurt tööd ja vaeva. Samal ajal on aga plaan kindlasti täidetav, täiesti reaalne, kuna selle koostamisel on arvestatud kõiki olemasolevaid võimalusi plaani täitmiseks, ja mitte üksi täitmiseks, vaid ka ületamiseks.

Nagu kõigest ülalöeldust selgub, avanevad Nõukogude Eesti ees tema tagasipöördumisel suure Nõukogude Liidu vennasrahvaste perre seni tundmatud perspektiivid ja võimalused. Imperialistlike suurriikide finantskapitali kurnamisest vabanemine ja ajalooliselt kujunenud majandussuhete taastamine Nõukogude Liidu teiste vabariikidega ning nõukogude korra ülesehitamine Eestis on parimaks tagatiseks meie rahvamajanduse tõstmiseks

[1] „Plaanimajandus" nr. 6/7, 1945, lk. 165.

seni nähtamatule kõrgusele, on edupandiks loovaks ülesehitustööks ja demokraatliku korra ning julgeoleku säilitamiseks ja kindlustamiseks reaktsiooniliste jõudude vastu.

Sõjajärgse stalinliku viisaastaku ennetähtaegse täitmise ja ületamisega me tagame kõigi Eesti NSV majandusalade igakülgset taastamist ning edasiarendamist ning viime Eesti õitsengu ja õnne teele.

Nõukogude Liidu kõigi vennasrahvaste vastastikune koostöö ning abistamine ja eesti rahva stalinlik sõprus kõigi teiste Nõukogude Liidu rahvastega, eeskätt aga suure vene rahvaga, kui ka Nõukogude Liidu teiste vennasvabariikide ammutamatud rikkused ja tagavarad on parimaks tagatiseks meil Eestis uue õnneliku elu ülesehitamisel kommunismi tõusva päikese kiirtes.

6. Eesti NSV omad toorained ja ressursid.

Toorainete baas on iga majandusliku tootmise tähtsamaid eeldusi. Võiks isegi öelda enam: kus pole tooraineid, seal pole ka tootmist. Kavandades tööstusi tuleb ühtlasi paratamatult kavandada ka seda, kuidas neid varustada toormaterjalidega.

Meie suur paremus seisneb selles, et meie ei ole enam seotud välisturuga, meie rahvamajanduse ülesehitus ei olene enam konjunktuuri tõusudest ja langustest ning maailmaturu hindade kõikumistest, nagu see oli kodanlikul ajal; kõikide meie tootmisalade tulevik on kindlustatud vajaliku toor- ja abimaterjalidega, kuna me oleme tihedalt seotud suure ja võimsa Nõukogude Liidu rikaste tagamaade ja nende ammutamatute ressurssidega.

Nõukogude Liidu kõigi rahvaste stalinlik sõprus ja vastastikune abi, eeskätt suure vene rahva poolt, on pandiks meie rahvamajanduse kõige kiiremaks taastamiseks ja sotsialismi ülesehitamiseks meie maal.

Eesti NSV maavarade hulgas oma tähtsuselt esikohal on põlevkivi. See on mereline mudasete, mis esineb kakaovärviliste vahekihtidena Kukruse (ordovitsiumi) lademe lubjakivikihtide vahel.

Põlevkivi kasutatakse kütteks, õlide ajamiseks, gaasistamiseks, põlevkivi tuhka aga ehituskivide tootmiseks. Kui seni kasutati meil põlevkivi peamiselt energia tootmiseks, siis tulevikus on võimalik tema baasil rajada mitmeid keemiatööstuse harusid. Möödunud kahekümne viie aasta jooksul on meil põlevkivi võitnud endale kindla koha tööstuses, nii et käesoleval ajal selle tööstusharu suuremõõduline väljaarendamine on vaid päevaküsimuseks.

Kodumaise kütteainena on samuti tähtis veel turvas. Kogu meie vabariigi pindalast on umbes 14% turbarabade all. Sellelt seisukohalt on Eesti NSV oma rabastumise suhtes, võrreldes teiste maadega, teisel või kolmandal kohal.

Rahvamajanduse taastamise viie aasta plaan näeb ette freesturba toodangu suurendamist võrreldes 1940. aastaga 2,6 korda. Meie turbatööstuse laiendamine on mõeldud eeskätt halupuude asendamiseks, kommunaalse ja elu-olustikulise küttevajaduse rahuldamiseks, sest just nimetatud ala on seni olnud üheks suurimaks küttepuidu tarbijaks.

Hoopis vastupidine on olukord metsaga kui kütuseressursiga. Kodanlikus Eestis baseerus kogu küttemajandus just puidul, mille tõttu metsakasutus on kogu möödunud aastate jooksul suures osas toimunud metsavarude hävitamise arvel. Meie ees seisab suur töö tohutute raiesmike puhastamisel, metsa kultiveerimisel noore metsa kasvatamiseks. Mets kütteainеressursina tuleb kõne alla ainult tarbepuiduks või tooraineks mittekõlblikus osas; teda tuleb kütusena asendada järjest suuremal määral põlevkivi ja turbaga. Mets jääb meil mitmes mõttes asendamatuks tooraineks ja mitmel juhul asendamatuks tarbepuiduks.

Uue alana on meil ette näha kunstsiidi tootmist tselluloosist, tselluloosi tootmiseks aga tuleb kasutada vähemkvaliteetset puitu. Tselluloosi edasitöötlemise saadustena on veel tähtis paber, kiudplaadid jne.

Tingitult praegusest ülesehituse ajajärgust, on samuti tungiv vajadus ja soodsad tingimused ehitusdetailide ja metsakeemia arendamiseks.

Kuna meie puidutööstuse suurejooneliseks arendamiseks puudub mets, siis pole otstarbekas taastada meie puidutööstust tema endises mõõdus.

Metsaressursside vähesusele osutab ka rahvamajanduse taastamise viie aasta plaan, sest näit. metsamaterjali tootmine 1950. aastal jääb peaaegu 1946. a. tasemele (2 050 000 m³ — 2 022 000 m³ vastu).

Selleks, et edukalt teostada rahvamajanduse taastamise viie aasta plaani taastamistööde osas nii tööstuse, kommunaalmajanduse, põllumajanduse kui ka teistel aladel, on rohkesti vaja ehitusmaterjale.

Eesti NSV on ehitusmaterjalide tööstuse suhtes teiste vennasvabariikidega võrreldes eelistatud seisundis. See tööstus on meie vabariigis suhteliselt välja arenenud, ka leidub Eesti NSV-s teata-

vasti rikkalikult lubjakiviklademeid, savi, klaasiliiva ja teisi lähteaineid ehitusmaterjalide laiaulatuslikuks tootmiseks.

Lubjakivi moodustab Eesti NSV põhja- ja keskosa aluspõhja. Paekivi surve- ja murenemisvastupidavus rahuldab võrdlemisi hästi ehitusmaterjalidele esitatavaid nõudeid. Kive tarvitatakse ehitusteks, kõnniteede sillutamiseks, treppideks jne. Parimaid paekivi sorte saadakse Tallinna juures asuvast Lasnamäe, edasi Vasalemma, Tamsalu jt. kivimurdudest. Tihedamaid lubjakive sorte saab tarvitada ka lihvitult. Lubjakivi, mis ehituseks ei kõlba, põletatakse lubjaks, mis on samuti tähtsaks ehitusmaterjaliks.

Savi on tähtsaks tooraineks meie portlandtsemendi ja telliste tööstustele. Suurimaks ja tähtsamaks savi lademeks on nn. sinisavi. Tuntakse veel heledaid savi sorte, mis on raskestisulavad ning tarvitatakse tulekindlate šamottkivide jne. valmistamiseks; tavaline kirju savi on kohane tellisetehaste tooraineks.

Liiva ja kruusa leidub Eesti NSV-s piiramatul hulgal. Neid leidub peamiselt jääaegseis ja pärastjääaegseis setteis. Oma päritolult nad on kolmesugused: 1) moreen-, 2) jäävee- ja 3) rannaliiva ning -kruusa-päritoluga. Puhast räni- ehk klaasiliiva, mis peab olema eriti puhas ja peeneteraline, saadakse Lõuna-Eestis. Meie klaasitööstus kasutab valgeid devoonliivasid Petseri ja selle naabrusala Piusa ümbrusest.

Mis puutub kristalseisse kiviliikidesse, graniitidesse ja gneissidesse, siis nende lademed aluspõhjas on nii sügaval (üle 100 m), et nende kasutamine ehituskividena ei tule kõne alla.

Metallimaake Eesti NSV-s seni ei ole toodetud. Uurimisseisundis on rauamaak (Jõhvi ümbruses). Jõhvi magneetrauamaagi puurimistööd on näidanud, et sellele metallimaagile tööstust pole võimalik rajada, kuna maak asub liiga suures sügavuses.

Plii-tsingi maagikogused seni avastatud leiukohtades on aga osutunud liig vähesteks.

Teistest maavaradest on avastatud veel maagaaside olemasolu Prangli ja Keeri saartel. Ka Tallinnast ida poole mitmes kohas kuni Viinistuni on leitud põlevate gaaside leiukohti. Gaaside olemasolu on seega kindel, kuid nende päritolu ja varud on seni selgitamata.

Meie põllumajanduse ja sellele rajanevate tööstusharude taastamiseks on eeskätt vajalik tõsta okupatsiooniaastate jooksul kahanenud külvipinda ja langenud teravilja saaki ühelt ha-lt.

Eesti põllupind on üldiselt kehv ning vajab tugevat väetist; sellest seisukohast evib esmajärgulist tähtsust fosforväetise küsimus. Fosforiidid on loomulikud konglomeraadid, s. o. fosfaatidega seo-

tud mitmesugused mineraalid, nagu kvartsliiv, savi, mergel jne. Fosforiidid on tähtsad neis leiduva kaltsiumfosfaadi sisalduse tõttu. Neid tarvitatakse kas ümbertöötamiseks superfosfaadiks, või kasutatakse jahvatatuna ja sõelutuna otseselt põldude väetamiseks. Fosforiitide tagavarade olemasolu võimaldab meil üsna võimsa tööstuse ellukutsumist. Sellepärast on meie tähtsamaks tööstuslikuks ülesandeks taastada kõige kiiremas korras meie fosforiiditööstus, mis annaks väetist meie põldudele ja toormaterjali superfosfaadi tootmiseks.

Hävitustöö, mida fašistlik okupatsioon on toime pannud meie põllumajanduse alal, pole taastatav ühe-kahe aastaga, kuid 1950. aastaks me viime külvipinna ennesõjaaegsele tasemele, s. o. 981 000 ha-le ehk 107% võrreldes 1940. aastaga, kuna aga 1944. a., s. o. peale fašistide väljakihutamist, külvipind moodustas vaid 755 000 ha.

Samuti taastatakse neljanda stalinliku viisaastaku lõpuks ka teraviljasaak sõjaeelsele tasemele, s. o. 12 tsentnerile hektaarilt, mis moodustab 104% 1940. a. ja 158% 1945. a. saagist.

Meie eeskujuliku piimamajanduse ja kõrge kvaliteediga piimakarja viisid aga okupandid kaugele tagasi; loomade arv eesti külas on vähenenud üle poole. Tingitult sellest ka põllumajandussaadustel kui toorainel põhinevate tööstusharude taastamine, nagu lihapiima, naha-rasvade ümbertöötamise (seep, stearriin, glütseriin) jt. tööstuste ülesehitamine nõuab pikemat ajajärku. Nii näit. näeb ette rahvamajanduse viie aasta plaan 1950. a. lihatoodangu suurendamist võrreldes 1945. aastaga 375% (20 000 t) ja võitoodangu tõusu 445%-le, mis moodustab aga võrreldes 1940. a. tasemega vastavalt kõigest 77% ja 67%.

II peatükk.

PÕLEVKIVI.

1. Kütused ja nende kütteväärtus ning kütuse probleem Eesti NSV-s.

Kõigist elatisvahendeist on kütusel eriti suur tähtsus. Küttetagavarade omamine on igapäevase elu algtingimuseks nii üksikisikul kui ka ühiskonnal. Sellepärast omab kütuste küsimus suurt tähtsust iga riigi rahvamajanduses.

Rahvamajanduse kõigi alade küllaldane varustamine kütusega on probleem, mille õigest ja otstarbekohasest lahendamisest sõltub rahvamajanduse arendamine. Ka Nõukogude Eesti sotsialistliku rahvamajanduse kindlustamine tugeva kütte-energeetilise baasiga on üheks otsustava tähtsusega majanduspoliitiliseks ülesandeks, mille lahendamisest sõltuvad suurel määral kogu meie rahvamajanduse taastamine ja väljaarendamine, mitte üksnes praeguses sõjajärgses majanduslikus olustikus, vaid ka rahuaegses tulevikuperspektiivis.

Kütuseprobleem ei seisne aga mitte üksnes selles, kuidas üldse varustada rahvamajandust kütusega, vaid ka selles, missuguse kütusega varustada rahvamajandust, mis suunas välja arendada kütte-energeetilist baasi Nõukogude Eesti rahvamajanduses.

Kütuseid tarvitatakse soojusenergia saamiseks. Soojustandvateks algaineteks kütustes on C ja H, mis põledes ühinevad hapnikuga, andes vingugaasi — CO, süsihappegaasi — CO_2 ja vett — H_2O. Seega oleneb kütuste küttevõime nende keemilisest koostisest, kusjuures kütustes leiduv vesi ja mineraalsoolad vähendavad nende kütteväärtust, s. t. kütuste kütteväärtused on suuresti sõltuvad tuha- ja veesisaldusest.

Päritolult jagunevad kõik kütused looduslikeks ja kunstlikeks, olekult aga gaasilisiks, vedelaiks ja tahkeiks. Näiteks:

Tabel 1.

Kütuste päritolu	gaasilised	vedelad	tahked
Looduslikud	maagaasid	nafta	antratsiit, kivisüsi, pruunsüsi, põlevkivi, turvas, puit, õlg jne.
Kunstlikud	generaatorigaas, valgustusgaas, vesigaas, kõrgahjugaas jt.	piiritus, õlid, põlevkiviõli jne.	koks, puitsüsi, briketid jt.

Kuna kütuseid tarvitatakse soojusenergia saamiseks, siis kütuse kõige tähtsamaks omaduseks osutub tema kütteväärtus. Kütteväärtuseks nimetatakse soojushulka kilokalorites, mida annab 1 kg tahket ja vedelat või 1 dm^3 gaasilist kütust. Kilokalor (Kcal) on soojushulk, mis kulub 1 kg vee soojendamiseks ühe kraadi C võrra, näit. 15°—16°C-ni.

Nii saame näit. tahkete kütuste orgaanilise kooste-osa kütteväärtusena:

Tabel 2.

Keemiline koostis	Puit	Turvas	Pruunsüsi	Põlevkivi	Kivisüsi	Antratsiit
C	50%	55—60%	60—70%	76,6	75—90%	90—93%
H	6%	5,5—6,5%	5—6%	9,2	4,5—5,5%	2—3%
O	44%	30—40%	20—30%	12,4	5—15%	2—3%
N	0,3%	1—1,5%	0,5—1,5%	1,8	1—1,5%	0,1—0,5%
Kütte väärtus Kcal:	4500	5000—5400	6000—7000	8400	7500—8500	8500

Tingituna vee- ja tuhasisaldusest on kütuste tegelik kütteväärtus tunduvalt madalam. Nii on kuivatatud põletispuidu kütteväärtus ca 2700 Kcal (20% niiskuse puhul) kuni 3120 Kcal (10% niiskuse juures), ning absoluutselt kuiva puidu kütteväärtus oleks 2% tuhasisalduse korral 3530 Kcal.

Meie hariliku kütteturba kütteväärtus on 2970 Kcal (30% niiskust) kuni 3480 Kcal (20% niiskust), ning absoluutselt kuiva turba kütteväärtus 10% tuhasisalduse korral ca 4500 Kcal.

Pruunsüsi, kivisüsi ja antratsiit aga, sisaldades 65—98% C+H, s. o. põlevaid aineid, omavad loomulikult ka palju kõrgemat kütteväärtust, mis enam-vähem läheneb tabelis näidatud arvudele.

Meie oludes kõige tähtsama kütuse — põlevkivi orgaanilise osa keemiline koostis on keskmiselt järgmine: C — 76,6%, H — 9,2%, O — 10,0%, N — 1,8%, Cl — 0,6%, vähe S jt. Kuid selle põlevate ainete (C+H) võrdlemisi kõrge % juures evib põlevkivi siiski suhteliselt madalat küteväärtust, s. o. mitte üle 3500 Kcal. Põlevkivi madal küteväärtus on tingitud eeskätt suurest tuha- (30—37%) ja veesisaldusest (ca 20%).

NSV Liidus oli põlevkivitööstuse õhutajaks ja algatajaks Nõukogude riigi looja Lenin ise, kes 1922. a. juhtis valitsusasutiste tähelepanu põlevkivitööstuse tähtsusele. Kuid ainult 1930. a., millal NSV Liidu tööstuse sotsialistliku rekonstruktsiooni suurte edusammude tõttu muutus teravaks kohalikkude energeetiliste ressursside küsimus, hakati teotsema Lenini juhiseil, ja veebruaris 1930. a. võttis Partei Keskkomitee vastu otsuse põlevkivi kasutamise kohta, milles öeldakse, et põlevkivi osutub kohalikkude kütuste tähtsaimaks liigiks ja keemiatööstuse baasiks.

Töö ja Kaitse Nõukogu (CTO) määrus 21. juulist 1931. a. nr. 314 käsitleb üksikasjalikult põlevkivitööstuse arendamise suunda ja samal ajal asutakse mitmel pool, eriti Alam-Volga rajoonis, põlevkivikaevanduste rajamisele.

Fašistide poolt laastatud kodumaa taastamine nõuab praegusel hetkel enam kui kunagi varem energeetilise baasi rutulist loomist kõigi meie looduslikkude ressursside intensiivsemaks kasutamiseks. Tähtsamaks loodusvaraks selle baasi loomisel osutub Eesti NSV-s põlevkivi. Põlevkivi ehk õlikivi ei evi mitte ainult kohalikku tähtsust kütusena, vaid temast toodetud õli võib võistelda loodusliku maaõliga, naftaga kogu maailmaturu ulatuses, nagu seda näitavad püüded rajada põlevkivitööstusi naftat tootvates maades.

Selle poolest meie vabariik on eelistatud seisukorras, et oleme täiel määral tagatud oma küttebaasiga. Meie põlevkivi on kasutatav kütusena raudteel, vabrikutes, elektrijaamades ja elamute küttekolletes. Võrdlus näitab, et põlevkivi tuleb kütusena enam kui kaks korda teistest kütustest odavam. Tähelepanuväärt on meie põlevkivist utmisel saadavate õlide rohkus — sellist protsenti õlisid ei ole ükski teine maa oma õlikividest saanud. Põlevkivist saadavat toorõli tarvitatakse kütuseks naftakütteseadmetes, vankrimäärde valmistamiseks ja vaguni pukside määrimiseks. Toorõli ümbertöötamisel saadakse mootorinaftat, määrdeõli, bituumenit ja bensiini. Bituumenit kasutatakse asfalteerimistöödel tänavatel ja maanteedel, temast valmistatakse raua- ja asfaltlakki. Peale selle

saadakse bituumenist head laevakitti. Meie põlevkivi bensiin on leidnud täit tunnustust. Põlevkivist saadavat gaasi (5—9%) tarvitatakse destillatsiooniahjude kütteks, valgustuseks, mootorite käitamiseks ja muuks otstarbeks. Põlevkivi tuhast valmistatakse ehituskive. Põlevkivituhk on ka väärtuslike sideomadustega, nii näit. 1941. a. ehitas Tallinna Mööbli- ja Vineerivabrik Pärnu maanteel esimese hoone, mille välisseinte püstitamisel sideainena tarvitati ainult põlevkivituhka.

Meil Eestis näitab põlevkivi kui ka põlevkiviõli toodang alates 1919. a. kuni Suure Isamaasõja alguseni pidevat tõusu, ületades juba 1937. a. aastatoodangus 1 milj. tonni, 1939. a. 1 662 000 tonni, millest suur osa uteti, saades ca 180 000 tonni põlevkiviõli. Seega nihkus Eesti põlevkivitootjate maade hulgas teisele kohale maailmas; esikohale jäi püsima Šotimaa, mille õlikivitööstus võib aga tagasi vaadata peaaegu saja-aastasele arengule.

Tabel 3.

Õlikivitoodang maailmas tonnides.

	1925	1926	1927	1928	1929
Austraalia-Tasmaania . .	835	2 171	3 201	2 637	4 368
Eesti	288 104	431 719	397 609	446 168	517 652
Itaalia	2 700	10 290	12 090	7 388	1 331
Hispaania	67 500	—	54 334	54 110	54 900
Nõukogude Liit	1 130	4 095	9 437	562	—
Prantsusmaa	67 127	69 190	—	—	76 000
Saksamaa	400	10	480	670	603
Šotimaa	2 504 390	1 991 250	2 047 000	2 038 000	2 023 609
P.-Am. Ühendriigid . . .	—	5 500	7 600	1 928	1 767

Nüüd vaatleme meie põlevkivi kui kütuse tarbimist ja selle osatähtsust küttemajanduses kodanliku vabariigi aegses Eestis.

Kapitalistlikus majandussüsteemis toimub majandusalade, ühiskondlike kui ka individuaalsete elualade varustamine kütusega samade põhimõtete kohaselt, nagu see on iseloomulik ja omane kõigi teiste toodetega varustamisele nimetatud süsteemis, nimelt sõltuvalt esmajoones turukonjunktuurist ja ärimajanduslikust momendist. Ei osutu antud momendil turukonjunktuur ses mõttes küllalt «soodsaks», otsib kapital endale mingi teise tegevusala, mis talle võimaldab suuremat profiiti.

Meie suurima loodusvara — põlevkivi muutmine eesti tööstuse ja raudtee tähtsaks kütte-energeetiliseks baasiks ei toimunud teata-

vasti mitte erakapitali «viljaka tegevuse» tagajärjel, sest põlevkivi muutus Eesti rahvamajanduse kütte-energeetiliseks baasiks vaid «Riigi Põlevkivitööstuse» teadlikul ja eesmärgikindlal juhtimisel.

Põlevkivi osatähtsus kodanliku Eesti tööstuse kütte-energeetilises baasis kasvas järjekindlalt iga aastaga. Esirinnas sammujad olid tsemendivabrikud, Tallinna elektrijaam, riigi raudtee, «Balti Puuvillavabrik», tselluloositööstused, Tallinna metallitööstused, piiritusetehased, tärklisetööstus ja ühispiimatalitused.

Põlevkivi kütusena tarvitusele võtmine vähendas tunduvalt kivisöe ja küttepuidu tarvitamist, kuid vastupidi levinenud arvamusele, nagu oleks põlevkivi täielikult välja tõrjunud kivisöe ja teised kütuse liigid, oli küttepuidu tarvidus kodanliku Eesti tööstuses veel küllalt suur, moodustades veel 1936. a. kogu tööstuse kütuse tarvidusest üle 33%.

Tööstuse küttetarviduse struktuur kodanlikus Eestis 1936. a.:

Tabel 4.

	Mõõt-ühik	Kogus	Ting-kütuses[1]	
			tonni	%-des
Põlevkivi	t	349 894	134 750	39,6
Küttepuit	rm	604 607	113 740	33,4
Turvas	t	91 064	38 950	11,4
Kivisüsi	„	36 030	36 030	10,5
Põlevkiviõli	„	11 798	17 500	5,1
Kokku:	—	—	340 970	100,0

Tabel 5.

	Kütuste tarvidus ting-kütuse tonnides		%	
	1935/36	1939/40	1935/36	1939/40
Puiduküte	607 190	413 106	64,5	53,2
Kännud ja haod	—	358 236		
Põlevkivi	163 990	397 761	17,4	27,4
Turvas	63 330	199 764	6,7	13,8
Kivisüsi ja koks	56 000	39 060	6,0	2,7
Põlevkiviõli	50 000	43 362	5,4	2,9
Kokku:	940 510	1 451 289	100%	100%

[1] Ting-kütuse (leppe-kütuse) ühikuks on 1 kg kütust küttevääruusega 7000 Kcal.

Küttemajanduslik pale kodanlikus Eestis baseerus aga peamiselt puiduküttel, s. o. halupuudel, kusjuures ainult viimastel aastatel, s. o. 1939/1940. a., asuti puidujäätmete — kändude ja hagude intensiivsele kasutamisele (tabel 5).

Põlevkivi' osatähtsus kütuste üldbilansis oli võrdlemisi väike. Suurimaks küttepuidu tarbijaks oli elanikkond. Tööstuses ja raudteel jäi pikemaajalise arengu tulemusena peamise kütusena lõpuks püsima põlevkivi, mis aga sugugi veel ei tähenda, nagu oleks põlevkiviküte laialdaselt olnud levinud ka kodanlikus tööstuses.

1940. a. moodustas puidu osatähtsus kütusena siiski veel 37% ja seda peamiselt ehitusmaterjalide ja toiduainete tööstuse ning väikeste tarbijate arvel. Ka tänapäeval on pilt umbes samasugune. Viie aasta plaani kohaselt väheneb 1950. a. puidu osatähtsus 9%-ni, kuna põlevkivi oma tõuseb 72,8%-ni.

Kütteprobleem Nõukogude Eesti rahvamajanduses ei piirdu üksnes ruumide ja tehnoloogilise kütuse küsimustega, vaid see seisab olulises osas ka energeetikas. Põlevkivi kui ka turba tarvitus tööstuses peab suurenema eeskätt soojusjõujaamade osas elektrienergia tootmiseks.

Kütuste kui ka elektrienergia ratsionaalne kasutamine evib suurt tähtsust eriti küttebilansi kergendamisel. Mida ökonoomsemalt ja ratsionaalsemalt kasutatakse kütuseid, seda enam on võimalik neid säästa, mis omakorda suurendab jaotamisele tulevat kütuste fondi ning võib anda ülejääki (reservi) küttebilansis. Kui näiteks üksi raudtee, mille tarvitus on aastas 250 tuh. tonni põlevkivi, suudaks teostada kokkuhoidu vaid 5% ulatuses, säästaks see 12,5 tuh. tonni põlevkivi, millega oleks võimalik rahuldada mitme suurema tehase küttevajadust kogu aasta jooksul. Sellepärast väikegi protsent kokkuhoidu kütte alal võib anda kogu maa ulatuses suurt efekti tuhandete tonnide põlevkivi, turba ja muude kütuste näol.

2. Põlevkivitööstuse taastamise-arendamise plaan.

Fašistliku okupatsiooni mõju meie põlevkivitööstusele on olnud masendav — täielikult on hävinud Kiviõli, Kohtla ja Sillamäe põlevkivitööstused. Kuid tänu meie «Eesti Donbass'i» töötajate sangarlikule tööle, on meie põlevkivitööstus tõusnud tuhast ja varemeist ning muutub üha rohkem meie majanduse kandvamaks talaks.

Meie oleme ainuke riik nõukogude Baltikumis, kus on looduslikus mõttes võimas baas küttetööstuse arendamiseks põlevkivi

näol. Põlevkivi geograafiline asend, keemiline koostis ja see asjaolu, et teistes vabariikides pole säärast küttebaasi olemas, loob olukorra, et meil põlevkivitööstusele pööratakse erilist tähelepanu.

Juba 1941. a. kinnitatud viisaastaku kava kohaselt kujunes meie keemiatööstuse baasiks põlevkivi. Põlevkivi baasil pidi kujunema meil võimas keemiatööstus ligi 700 000 tonni põlevkiviõli kui toorainega, millest saadakse peale bensiini fenoole, kresoole, lüsooli, atsetooni, meditsiinilisi preparaate, värvaineid, bituumenit, põlevkivituha tsementi, ehituskive jne. jne., teiste sõnadega — põlevkivitööstus pidi kujunema toorainebaasiks mitte imperialistlikele riikidele, vaid Eesti NSV enda keemiatööstusele. Selle kava täitmine aga jäi teostamata 1941. a. puhkenud Suure Isamaasõja ja peatse ENSV territooriumi ajutise okupeerimise tõttu.

On arusaadav, et nüüd, taastamise ajajärgul, meie põlevkivitööstus omandab järjest rohkem tähtsust ka üleliidulises mõttes. 16. märtsil 1946. a. Moskvas toimunud NSV Liidu Ülemnõukogu esimesel istungjärgul NSV Liidu Riikliku Plaanikomisjoni esimees sm. N. A. Voznessenski esines aruandega NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta (1946.—1950. a.) plaani kohta, kus ta puudutades ENSV rahvamajanduse viisaastaku plaani muuseas ütles: «On ette nähtud vabariigi rahvamajanduse täielik taastamine ja esmajoones põlevkivi ning utmistööstuse, energiamajanduse, masinaehituse, ...» jne. «taastamine». [1]

Ka 1945. a. vastuvõetud Riikliku Kaitsekomitee määrus meie põlevkivitööstuse arendamise kohta on väga ulatuslik. Ta annab meie tööstusele, meie maa industrialiseerimisele suurejoonelise aluse. 3 aasta jooksul ehitatakse uus küttebaas, mis rahuldab täielikult meie vabariigi kõik vajadused põlevkivi järele, ja luuakse põlevkivibaasil suurejooneline keemiatööstus. Meie territooriumile ehitatakse kaks hiigeltehast põlevkivi gaasistamiseks, Kohtla-Järvel ja Ahtmes. Sellega kindlustatakse meie põlevkivis ohtrasti leiduvate väärtuslike keemiatööstuse toorainete kättesaamine, sellest saavutatud gaas aga juhitakse tema tarbimiskohtadesse, esijoones Leningradi. Põlevkivi ümbertöötamine vedelkütuseks ja põlevkivi kasutamine meie naabri Leningradi vajaduste katmiseks on juba otsustatud küsimus.

Kui Eesti kodanlikus ajajärgus põlevkivitööstuse maksimaalne toodang oli 1,8 milj. t aastas, siis põlevkivitööstuse taastamise plaani kohaselt meie põlevkivi toodang 1950. a. tõuseb 8,41 miljoni

[1] N. Voznessenski. NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946—1950. Tallinn 1946, lk. 26.

tonnini. Ülesande suurusest, mis meil tuleb lahendada, kõneleb fakt, et lähema kolme aasta jooksul me loome Eestis midagi Moskva lähedase küttebasseini taolist, kus ainuüksi põlevkivi kaevureid on ette nähtud töötamas üle 20 000 inimese.

Selle ülesande teostamiseks eraldatakse üle 1 miljardi rubla aastas. Kui arvestada, et kogu 1945. a. eelarve on 710 milj. rbl., siis saab selgeks, et see ala kujuneb meil põhjapanevaks, suunavaks tootmisalaks, mis muudab otsustavalt kogu meie Viru ranniku ilmet. Juba lähemal ajal viiakse ellu määrus, millega saame juurde 3 vabrikulinna: Kohtla-Järve, Kiviõli ja Jõhvi.

Kangelaslinna Leningradi varustamine gaasiga eesti põlevkivi baasil saab kogu meie rahva peamise tähelepanu objektiks. Sellele ülesandele allutatakse kõik teised.

Väga suurt tähelepanu pööratakse ka uurimistöödele sel alal. Võiks märkida, et ainuüksi 1945. a. teise poole eelarves oli põlevkivituha ning utmisgaaside ratsionaalse ärakasutamise uurimiseks määratud 500 000 rubla. Ka organisatsiooniliselt on läbi viidud muudatusi, et tagada selle grandioosse töökava läbiviimist. Meie vabariigi sisemiste vajaduste rahuldamise eest hoolitseb meie Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeerium, kelle varustada jääb kogu vabariiklik tööstus ja kommunaalmajandus, kuna gaasivabrikute eeltööde juhtimine ning hilisem ekspluateerimine on antud Liidu Valitsuse juures olevale Vedelkütteainete Peavalitsusele. Põlevkivi tootmine on allutatud Liidu Söetööstuse Ministeeriumile, välja arvatud see osa, mida toodab meie Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeerium. Meie Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeeriumi juhtimisele jäävad Kiviõli käitis, Kohtla õlikäitis, «Küttejõud», kuna Kohtla-Järve, Sillamäe ja Ahtme ülesehitus ning ekspluatatsioon jäävad eespoolnimetatud asutiste korraldada.

See põlevkivitööstuse väljaarendamine põhjustab ja teeb tarvilikuks võrdlemisi suuri ümberrühmitusi kogu meie rahvamajanduse arengus, sest nagu öeldud, juba sellega, et põlevkivitööstus tõuseb esirinda, muutub meie juhtivaks tootmisalaks, hakkab sellesse tootmisharusse valguma teiste tööalade töötajaid ja see rajoon kujuneb meil kandvaks rajooniks, kus elanike arv mõne aasta pärast on vähemalt 100 000 inimest.

Lisaks kütteprobleemile on teiseks tähtsamaks probleemiks energiamajanduse kiire taastamine. Ka siin seisab meil ees väga laiaulatuslik töö. Me ehitame lähema kolme aasta jooksul Ahtmes üles meie mastaabis esimese suure elektrijõujaama 40 000 kWh-ga, millega tagame kogu meie põlevkivitööstuse vajaduste rahuldamise, ning lisaks sellele, viies selle jaama kõrgepingeliinide võrku, taga-

takse ka Tallinna ja teiste tööstuslinnade pidev varustamine elektrienergiaga.

Peale Ahtme ülesehitamise laiendatakse tunduvalt ka Tallinna ja Püssi elektrijaamade võimsust. Sellega tagatakse lähemate aastate jooksul elektrivajaduse täielik rahuldamine. Peale selle on käimas eeltööd Narva hüdro-elektrijõujaama ülesehitamiseks.

3. Põlevkivi leiukohad Eestis ja mujal.

Põlevkivist kui põlevast mullast meil Eestis leidub kirjanduses andmeid juba 18. sajandist, kuid põlevkivi tegelikule kasutamisele asuti alles esimese maailmasõja päevil.

Põlevkivi leidub maailmas õige mitmel pool — NSV Liidus Leningradi oblastis Pihkva ümbruses, Alam-Volga rajoonis, suurel määral ka meil Eestis, Šotimaal, Jaapanis, Austraalias, Itaalias, Hispaanias, Prantsusmaal jne. Peaaegu kõikides ülalmainitud maades leidub ka kivisütt, mispärast põlevkivi on neile ainult teise järgu tähtsusega kütuseks. Sellepärast ei ole ka seal ta uurimisele eriist tähelepanu pööratud. Teisiti on olukord meil Eestis, kus teiste paremate kütuste puudumisel evib põlevkivi väga tähtsat kohta majanduses.

Põlevkiviladem ed asuvad Eesti põhjapoolses osas ning olles kallakuga edela suunas (keskmiselt 3 m ühe km peale) tulevad maapinnale Soome lahe lõunarannikul, ulatudes Narvast Paldiskini. Need lademed avanevad maapinnal kitsa lookleva ribana rööbiti Soome lahe lõunarannikuga teatud kauguses viimasest. Seda riba võib jälgida Pakri saartest ja Paldiski poolsaarest läänes kuni Leningradi oblastini, kus needsamad kihid jätkuvad ida poole.

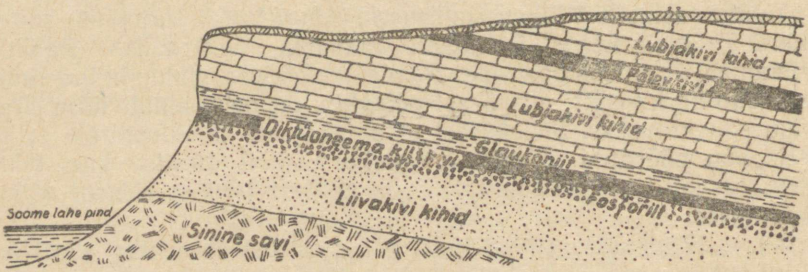
Tööndusliku väärtusega Eesti NSV piirides on neil kihtidel vabariigi idaosas Rakvere ja Narva vahel. Tootmisväärse kihirühma üldpaksus on siin 5 m ümber ja ta sisaldab 8 kukersiidi kihti, millede paksus üksikult kõigub 10—70 sm vahel. Nende kogupaksus kõigub omakorda 2,13—2,97 m. Kõiki 8 kihti saab toota lahtisis kaevandusis; allmaakaevandusis toodetakse 6 alumist kihti 1,67—2,54 m üld- ja 1,18—1,74 m neto-paksusega.

Teise põlevkivina ENSV-s on arvestatav veel diktüoneema-kiltkivi, mis asub meie aluspõhjakihtide läbilõikes 20—30 m madalamal Kukruse põlevkivist. Erinevalt kukersiidist, on see tõeline savikiltkivi. Selle kiltkivi paksus Paldiski poolsaarel on 4,5 m, ka Tallinna juures veel üle 4 m. Ida suunas ta paksus väheneb kuni

2—3 m-ni. Narva jõel paljaneb veel ainult mõni sm seda kivimit. Kaugemal idas, Leningradi oblastis tõuseb kiltkivi paksus jälle väga tunduvalt.

Kiltkivi ei ole ENSV-s seni tööstuslikus ulatuses toodetud. On teada ainult, et teda on vähesel määral kasutatud kütteks Tallinna kindluse ehitamisel 1916/17. a. Praegusel ajal toodab kiltkivi kütteks koos põlevkiviga üksainus ettevõte — Maardu kaevandus. Põhjuseks, miks kiltkivi seni ei ole suuremal määral kütteks kasutatud, on tema väike küteväärtus, mis on tingitud omakorda orgaanilise aine vähesest sisaldusest kiltkivis.

Põhja-Eesti maakihtide skemaatiline läbilõige NS sihis



Joon. 1.

Meie põlevkivi varud osutuvad küllaldasteks mitte ainult Eesti, vaid ka kogu Baltimeremaade varustamiseks põlevkivitööstuse saadustega mitmeks sajandiks.

Põlevkivi sisalduse poolest on ligemalt uuritud 2400 km² suurune maa-ala Rakvere ja Jõhvi jaama vahel. Alates põlevkivi kasutamise algusest kütusena kuni tänapäevani, s. o. ümmarguselt 25 aasta jooksul on tegelikult kasutatud 0,3%. Tööstuslikult kasutatavad põlevkivi lademed Eestis katavad umbes 3000 km².

Kukersiidi varud Eesti NSV piires ei ole Üleliidulises Varudekomisjonis veel kinnitatud. Siiani on nende varude arvestuse aluseks olnud seitsme kaevanduse andmed, mis asetsevad põlevkiviväljas ENSV idaosas, peale selle puuraukude võrgu andmed, mis nende kaevanduste läheduses on tihe, kaugemal lõuna pool aga võrdlemisi hõre.

Nende andmete alusel loetakse tööstuslikult selgitatuks tavaliselt 500 km² pindala kaevanduste läheduses, mis moodustab põlevkivi nn. «A» kategooria esinemise ala.

Nagu eespool mainitud, leidub põlevkivi meil kihtidena; kõige paksemad ja maapinnale lähemad kihid asuvad Kadrina ja Narva vahel. Sisemised kihid on seejuures väärtuslikumad kui pealmised, mis on rohkem lagunenud. Tootmist tasuvad kihid on keskmiselt 1,8 meetrit paksud, koosnedes vaheldumisi põlevkivi ja pae kihtidest.

Põlevkivi toodetakse meil nii lahtistest karjääridest kui ka allmaakaevandustest.

4. Põlevkivi koostis ja omadused.

Põlevkivi on kiltkivi, mis koosneb veetaimede ja veeloomade kõdunemise produktidest ja mitmesugustest mineraalainetest. Põlevkivi ehk õlikivi nimetatakse veel tema leiukoha järgi kukersiidiks. Põlevkivi on tekkinud merepõhjas. Loomakeste kehad moodustasid vee all ühes vesikasvudega orgaanilise lima — sapropeeli, mis ühes savi, lubja ja teiste mineraalainetega sadestus merepõhja ja moodustas põlevkivi. Põlevkivi jagatakse tükkide suuruse ja headuse järgi kolme sorti.

Põlevkivi sisaldab: vett kuni 20%, mineraalaineid ja tuhka 37% ja orgaanilisi aineid 38—55%. Põlevkivi erikaal on keskmiselt 1,55. Tema orgaaniline aine on oranži värvusega, millest on ka tingitud põlevkivi kollane värvus. Põlevkivi orgaanilise osa erikaal on 1,2—1,3. Harilikkudel tingimustel ta ei lahustu, ainult kuumutamisel ca 380° C juures tekib asfalditaoline aine, mis hakkab lagunema, tekivad gaasid, veelduvad ained, lõpuks koks ja põlevkivituhk. Põlevkivituhk sisaldab: SiO_2 — 38,4%, Fe_2O_3 — 6,3%, Al_2O_3 — 6,5%, CaO — 39,6%, SO_3 — 6,0%, MgO — 1,1% ja $K_2O + Na_2O$ — 2,1% ning vähe H_2SO_4.

Põlevkivi orgaanilise osa koostis on umbes järgmine: C — 76,6%, H — 9,1%, Cl — 0,6% ja O + N — 11,8%.

Põlevkivi orgaanilise osa küttevääртus on 8400 Kcal. Õhukuiva põlevkivi (50% orgaanilist ainet ja 50% tuhka) küttevääртus oleks seega 4200 Kcal. Kuid toorpõlevkivi küttevääртus on vee ja paelisanduste tõttu veelgi madalam. Praegu kehtivate ametlike normide järgi eristatakse põlevkivi selle küttevääртuse järgi kolme sorti:

I sort — 3200—3700 Kcal
II „ — 2600—3300 Kcal
III „ — 2300—2700 Kcal

Seega on põlevkivi küttevääртus sama madal nagu põletuspuidul, masinaturbal, Moskva basseini kivisõel jne. Tuha % põlevkivis on väga suur, mis on muutuv, olenedes paelisandusest, keskmiselt 30—37%. See asjaolu oli algul põlevkivi tarvitamise takistuseks; hiljem konstrueeriti erilised liikuvate restidega küttekolded, tuhk lasti langeda ahju põhjas oleva avause kaudu lõputa teraslindile, mis viis tuha välja.

Kollete ehitamisel tuli tarvitada kogemuslikke meetodeid, sest puudusid vastavad teaduslikud uurimistööd. Alles siis, kui õpiti tundma põlevkivi kihispõlemise omapärasusi, nagu ülekaalukat lenduvat põlevosa, lendtuha räbustumist madalas temperatuuris jne., võidi luua kõiki nõudeid rahuldavaid seadmeid. Samuti õpiti valima õiget kütterežiimi. Meie põlevkivikollete arendamisel on suured teened tehaste «Ilmarine» ja Riikliku Tehase nr. 9 inseneridel. Viimase tehase poolt ehitatud Lomšakov-Krulli tüüpi mehaaniline treppprest on osutunud parimaks teiste restide hulgast ja on praegu tunnistatud normaalrestiks. Vastavad tööd restiosade standardimiseks on juba käimas. 25 aasta jooksul on restide konstruktsiooni täiustatud nii, et tänapäeva seadmete kasutegur on 80%.

Põlevkivituha ärakasutamine on olnud seni probleemiks. Praegu kasutatakse teda sideainena ning toorainena ehituskivide, nn. põlevkivituha-kivide tootmisel. Kõrge tuha % tõttu põlevkivi kuulub odavamate kütuste liikide hulka ning seetõttu ei ole tema vedu kaugemale tasuv. Vaatamata sellele on põlevkivi tõrjunud välja peaaegu täielikult nii raudteel kui ka tööstuses enne esimest maailmasõda tarvitusel olnud kivisõe. Tulevikus peab langema põlevkivile, kui Nõukogude Eesti küttebilansis tähtsale kütte-energeetilisele ressursile, tunduvalt suurem osakaal (vt. lk. 28). Põlevkivi ja põlevkiviõli peab muutuma peamiseks kütuseks meie tööstusele ja transpordile. Oluline on, et põlevkivi kütusena leiaks levikut võimalikult paljudes, eriti põlevkivirajoonile lähemal asuvais ettevõtteis. Selliseks tööstuspiirkonnaks võib pidada kogu Põhja-Eestit koos Tallinnaga. Põlevkiviküttele tuleb üle minna ka rohkearvulisil keskküttega suurhooneil linnades. Kuna III sordi põlevkivi (peenpõlevkivi, alla 10-millimeetrise läbimõõduga tükilisest ja peenpulbrist koosnev materjal) kasutamine eeldab küttekollete sellekohast ümberehitamist ega sobi otseseks tarvitamiseks, siis eriti elamute ahjudes ja keskkütete kütmisel omab suurt tähtsust põlevkivi briketeerimine.

Umbes 20—25%-lise niiskussisalduse puhul muutub III sordi põlevkivi vormitavaks massiks, millele võib käega vajutades või raamis pressides anda soovitav briketi kuju. Brikettide valmista-

miseks kühveldatakse peenpõlevkivi labidaga lamedasse laudkasti, kusjuures brikettimist segavad ja briketi kõvadust vähendavad kivitükid eemaldatakse. Kividest ja tükilisest põlevkivist vaba peenpõlevkivi niisutatakse veega ning segatakse ühtlaseks massiks. Niisutamist ja segamist jätkatakse, kuni segu muutub vormitavaks.

Niisutatud peenpõlevkivi vormimist toimetatakse mitmel teel. Suuremaid tellisekujulisi briketikoguseid on võimalik vormida tsementkivide valmistamiseks ehitatud pressidega. Seesuguse pressi toodang on tööpäeva jooksul ca 3000—4000 plonni. Toodangut võib veelgi tõsta, vormides toormassi mehaaniliselt töötlevate, meie silikaatkivide ja tuhakivide tehastes kasutatavate nn. revolverpressidega. Nende kasutamisel ulatuks 24 tunni toodang pressi kohta 50 000 plonnini.

Värskeltvormitud briketiplonnid sisaldavad ca 20—25% vett, hästikuivatatud brikett tohib seda sisaldada aga mitte üle 5%. Mida kuivem on brikett, seda suurem on tema vastupidavus ja kütteväärtus. Brikettide kuivatamine võib toimuda kas loomulikul teel, s. o. väljas päikese ja tuule käes, või kunstlikult erilises kuivatises. Nagu brikettide valmistamise tingimustest nähtub, kardavad nad vihma ja vett, sellepärast tuleb brikettide tagavaru säilitada kuivades kuurides ja keldrites.

Briketiga saab kütta iga ahju, kuid ta põleb paremini ja annab rohkem soojust restidega ahjudes ja pliitides, milledel on hea korstnatõmme.

Põlevkivi-brikettide valmistamine võimaldab otstarbekalt ära kasutada seni suurel hulgal tarvitamata jäävat peenpõlevkivi ning anda lisaks teistele kütustele väärtuslikku põlevkivi-briketti, mille kütteväärtus sõltuvalt niiskusest ja tuhasisaldusest on 3000—3500 Kcal.

Kõige ülalmainitu juures ei tohi aga unustada, et meie põlevkivi, kui meie tähtsaim maavara, ei evi ainuüksi tähtsust lihtsa kütusena, vaid palju suuremat osakaalu omab ta energeetika baasina ja meie keemiatööstuse toorainena. Põlevkivi utmisel saadavast põlevkivi-tooröölist saadakse kuni 17 tähtsamat produkti, nagu: kerge- ja raskebensiin, mootorpetrooleum, mootornafta, diiselnafta, määrdeõlid, immutusõli jne. Põlevkiviõli rafineerimise kõrvalsaadustest võime keemiatööstuses kasutada fenoole ja orgaanilisi happeid. Fenoolidest saadakse arstimeid, bakeliidi-taolist plastmassi mitmesuguste laiatarbeesemete ja isoleerimisvahendite valmistamiseks, samuti ka sünteetilisi parkaineid, mis meie kodumaal on defitsiitseiks aineiks. Kõrgemaid karboonhappeid peaks olema võimalik kasutada seebikeetmisel jne.

Seepärast on loomulik, et meie põlevkivitööstus ei jää mitte kitsaks kivitootmiseks, vaid pearõhk langeb tema ümbertöötamisele, gaasistamisele, utmisele, millega tagatakse temas leiduva tooraine võimalikult maksimaalset ärakasutamist. Meie põlevkivi on ja jääb meie keemiatööstuse tooraineks.

5. Eesti NSV põlevkivitööstuse arenemislugu.

Põlevkivi tegelikule kasutamisele asuti meil 1916. aastal, kui põletiste puudus Petrogradis sundis ümber vaatama lähemate kütuste tagavarade järele. Siis asutati tsaari-Vene riigi ja eraettevõtjate poolt 3 kaevandust Kohtla-Järve ümbruskonda, ning juunis 1916. a. läks juba 22 vagunit põlevkivi katseks Petrogradi. Ka hiljem, esimese saksa okupatsiooni ajal, olid Saksa võimud tõsiselt huvitatud eesti põlevkivist — neid huvitas eriti küsimus, kas meie põlevkivist on võimalik saada määrdeõlisid, millest sõja ajal tunti Saksamaal erilist puudust. Sakslaste lahkumisel ja sõja lõppemisel võeti kaevandused eesti kodanlike võimude poolt üle ning alustati peatselt põlevkivi väljavõtmist.

Kodanliku Eesti ajajärgul, kui Venemaa mõõtudes rajatud suurtööstus teatavasti hävines, ja kahekümnenda sajandi esimesel kümnel loodud suurtööstust kasutati poolfabrikaatide tootmiseks, alustas täiesti uue alana tööd põlevkivitööstus. Põlevkivitööstuse toodang tõusis aastast aastasse, nagu nähtub tabelist.

Tabel 6.

Põlevkivitoodangu tõus 1918.—1939. a-ni tuh. tonnides.

	1918/19. a.	1924. a.	1929. a.	1934. a.	1938. a.	1939. a.
Põlevkivi	9,6	233,6	517,6	588,9	1471,3	1662,0
Põlevkiviõli	—	0,6	11,3	46,9	140,0	180,0

Põlevkivi väljakaevamine kodanlikul ajal algas lahtistes kaevikutes 1918. a. Kohtlas. Esimeseks põlevkivi tootjaks oli Kaubandus-Tööstusministeeriumi riiklik põlevkivitööstuse osakond, mis a. 1922 muudeti iseseisvaks «Riigi Põlevkivitööstuseks» ja veel hiljem «Esimeseks Eesti Põlevkivitööstuseks». Peale põlevkivikaevanduse Kohtla-Järvel ja Kukrusel avati veel 1920. a. kaevandus Vanamõisas, Rakvere lähedal. 1923. a. anti see kaevandus kasutamiseks eraettevõttele «The Estonian Oil Shale Development

Cyndicate Ltd». Eraettevõtetena tekkisid veel A/S «Eesti Kiviõli» — 1922. aastal, 1925. a. kaevandus «Küttejõud», 1926. a. Port-Kunda tsemendivabriku kaevandus, 1936. a. «Eestimaa Õlikonsortsiumi» kaevandus Sillamäel jne.

Kui tööstuse algaastail saadi põlevkivi kaevandustes, mis sarnanesid kivimurdudega, s. o. lahtistest karjääridest, siis nüüdsel ajal põlevkivi tootmine toimub peamiselt allmaakaevandustes. Esimene maa-alune kaevandus loodi Kukrusel 1921. a., järgmine Käval 1925. a., nendele järgnesid kõik teisedki põlevkivikaevandused.

Paralleelselt põlevkivi tootmise arendamisega algasid ka õliajamise katsed. Esimene katseretort ehitati 1919. a. Tallinna Sadamatehastes väljastköetava retordi näol, kuid ta põles läbi ega andnud nimetamisväärseid tagajärgi. «Riigi Põlevkivitööstuse» ülesandel firma «Julius Pintsch» ehitas 1921. a. Kohtlasse proovireretordi, mis andis juba 16—18% tooröli. Selle menetluse rahuldavate tagajärgede tulemusena ehitati 1924. aastal 200-tonnilise läbilaskevõimega samasüsteemiline õlivabrik Kohtla-Järvele. Juba 1921. a. ehitati «Becker'i» tehases Tallinnas sisemise auruküttega šamottretort, mis töötas vaid lühemat aega. 1924. a. ehitati Vanamõisa kahe pöörleva väliskütte-retordiga katsetehas, mis paariaastase teotsemise järel lõpetas oma tegevuse.

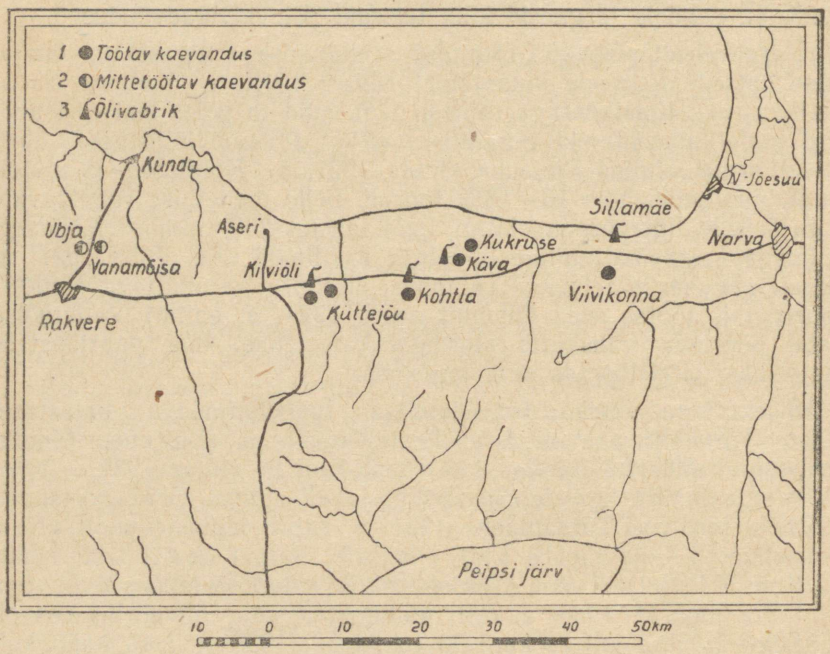
Siseküttega, erikonstruktsiooniga tunnelahjudega katsetasid 1924. kuni 1930. aastani A/S «Eesti Kiviõli» ja «Eestimaa Õlikonsortsium», mille tulemusena A/S «Eesti Kiviõli» ehitas 1931. a. Kiviõli raudteejaama ligidale õlivabriku, ja «Eestimaa Õlikonsortsium» 1929. a. tööstuse Türsamäele. 1931. a. rajati inglaste poolt «New Consolidated Gold Field's Ltd» õlivabrik. Samal aastal lasti käiku ka Kohtla-Järvel esimene krakkvabrik 35 t tooröli läbilaskevõimega 24 tunni jooksul. 1936. a. lasti käiku teine suur õlivabrik, mis oli suuteline tootma aastas kuni 20 tuh. t õli; 1938. a. lasti käiku kolmas tooröli vabrik, võimsusega 40 tuh. tonni õli aastas, ja 1939. a. hakati ehitama neljandat õlivabrikut 50 tuh. tonni tooröli aastatoodanguga. Ka A/S «Eesti Kiviõli» ehitas 1938. a. 70 tuh. t tooröli aastatoodanguga tehase. Samal aastal valmis ka Sillamäel uus 35 tuh. tonnise toodanguga õlivabrik.

Nii oli tooröli saamine Eesti põlevkivist tehniliselt rahuldavalt lahendatud, seejuures aga iga tööstus oli jäänud oma õliajamise süsteemi juurde, mis tõendas iga süsteemi laitmatust.

1939. a. töötas meil 4 õlitööstust ja 6 põlevkivikaevandust, millede aastane koguvõimsus oli ca 2 miljonit tonni põlevkivi ja umbes 200 tuh. t tooröli.

Riigivolikogu deklaratsiooniga 23. juulist 1940. a. natsionaliseeriti 906 suurtööstusettevõtete hulgas ka põlevkivitööstused ja õlivabrikud. Hiljem õlivabrikud organiseeriti ümber põlevkivikombinaatideks. 1941. a. rajati veel uus põlevkivikaevandus Ahtmesse.

Eesmärgiga taastada fašistide poolt laastatud põlevkivitööstus võimalikult lühema aja jooksul, teostati 1945. a. Riikliku Kaitsekomitee (CTO) määruse kohaselt ülesehitustööde ülesannete jaotus



Joon. 2. Eesti NSV põlevkivitööstuse rajooni kaart.

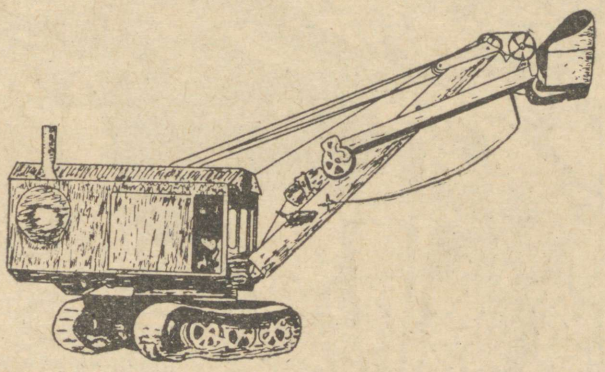
meie vabariikliku Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeeriumi ja Liidu Söetööstuse Ministeeriumi vedelkütteainete tööstuse Peavalitsuse vahel.

Kuigi meie põlevkivitööstus oli okupantide poolt peaaegu täielikult lõhutud, on juba täiesti taastatud Kohtla ning osaliselt Kiviõli utmisvabrikud, mille toodang on nii hädavajalik meie rahvamajandusele, ning praegu võime öelda, et vabariigi põlevkivitööstuse taastamine toimub kooskõlas Riikliku Kaitsekomitee poolt antud ülesandega.

6. Põlevkivi tootmine ja selle mehhaniseerimine.

Põlevkivi leidub meil kihtidena. Tootmisttasuvad kihid on keskmiselt 1,8 meetrit paksud; nad koosnevad põlevkivi ja pae kihtidest vaheldumisi, nii et lõhkuda tuleb nii põlevkivi- kui ka paekihte, kusjuures välja võetakse ainult põlevkivi, kuna paas paigutatakse järelejäävasse tühja ruumi.

Põlevkivikihid võivad asuda maapinna läheduses või maapinnast võrdlemisi sügaval. Sellest tingituna toodetakse meil põlevkivi nii lahtistest karjääridest kui ka allmaakaevandustest.



Joon. 3. Ekskavaator ehk mehaaniline labidas.

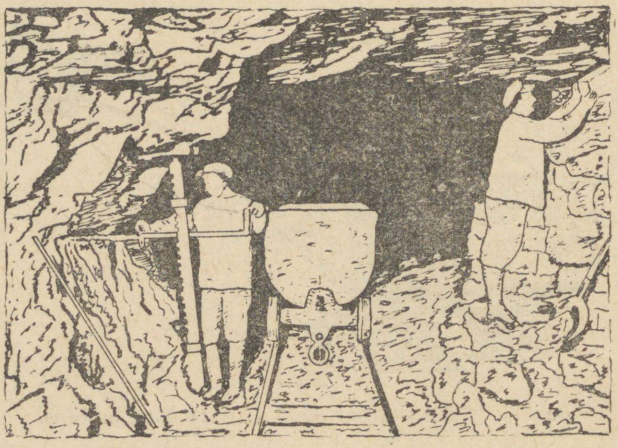
Põlevkivi kaevamine algas meil lahtiste töödena. On teada, et põlevkivikihid tulevad maapinnale välja, kus nende kattepinna paksus ei ületa paari jalgagi. Lahtised tööd on võimalikud pealispinna paksuse korral kuni 4, isegi 5 meetrit. Sel juhul eemaldatakse pealispind kas käsitsi labidatega või ekskavaatori abil ja asutakse maapõuevara väljavõtmisele. Nii näiteks «Küttejõu» kaevanduses võetakse üks osa põlevkivi välja lahtistest karjääridest, kus pealispind ekskavaatori abil eemaldatakse ja paigutatakse erilise transportööri abil kohta, kust põlevkivi on juba välja võetud.

Lahtisel töötamisviisil saadav põlevkivi on odavam allmaakaevandusest saadust, kuna lahtine töötlemisviis võimaldab suuremat töö mehhaniseerimist; kuid toodang on nii hulgalt kui ka väärtuselt suuresti olenev aastaaegadest ja ilmastikuoludest. Lahtise töötamisviisi juures lahendamatuid tehnilisi küsimusi ei ole, kuid maaala, kust põlevkivi saab lahtiselt välja võtta, on väga väike. On

pealispind 3—4 korda kasutatavast põlevkivi kihist paksem, osutub kasulikumaks rajada allmaa-kaevandus.

Praegu saadakse meil kuni 90% põlevkivitoodangust allmaa-kaevandustest.

Allmaa-tööviisid on pealmaa-tööviisidest täiesti erinevad. Meie kaevandused asuvad keskmiselt kõigest 15—30 m allpool maapinda. Kaevanduse avamistööde hulka kuulub käikude rajamine, mille kaudu väljavõetud põlevkivi maapinnale veetakse. Säärasteks käikudeks võivad olla horisontaalsed käigud ekspluateeritavas kihis.



Joon. 4. Aukude puurimine käsitsi.

Maa-alust kaevanduse peakäiku nimetatakse veostolliks; veostollist viivad kitsad käigud töökohtadele. Seal toodetav põlevkivi toimetatakse vagonettidel veostolli ja siit kas hobustega, mootor- või elektriveduritega kaevanduse sissekäigu juurde, kus ta kas kaldkäiku, püstloodset käiku või tõstešahti mööda tõstetakse maapinnale. Tõstešahtid töötavad mehaanilisel jõul lifti põhimõttel, kusjuures põlevkivi maapinnale tõstmine võib toimuda kas erilistes kongides, kuhu asetatakse vagonetid põlevkiviga, või vastavais raudkastides. Tõstešahte rajatakse tavaliselt ainult põlevkivikihtide suurema sügavuse korral.

Kaevandustes töötatakse lõhkeainetega, kuna põlevkivikihid on sedavõrd kõvad, et neid pole võimalik kirkaga lahti murda. Kaasajal põlevkivikihte lõhutakse ammoniidiga.

Lõhkeainete kasutamisel on kaks töötamisviisi:

1) Käsitsi, suruõhu või elektri jõul puuritakse teatud arv auke, millesse asetatakse lõhkeaine, mis süütenööri ja kapsli abil pannakse plahvatama. Lõhkeaukude puurimine toimus esialgu ainult käsitsi, nüüd aga on peaaegu igal pool üle mindud mehaanilisele puurimisele suruõhuga või elektriga.

Eriti häid tulemusi on andnud elektripuurid kõvast metallist (viidia-metalli) otstega. Nii näiteks vajab puurija käsitsi puurides 12 minutit ühe jooksva meetri puurimiseks, suruõhu löökpuuriga aga 3 minutit ja viidia-puuriga kõigest 1,7 minutit. Varem suutis tööline puurida suruõhupuuriga kuni 40 puurauku päevas, elektripuuriga aga puurib tööline päeva jooksul 60—80 puurauku.



Joon. 5. Aukude puurimine elektripuuriga.

Käesoleval ajal viidia asemel tarvitatakse samaväärselt meie kodumaa päritoluga sulatist, nn. «pobediiti».

Puurimise elektrifitseerimine on tõhusaks teguriks ka omahinna alandamisel: suruõhupuur tarvitab näit. vahetuses 116 kWh energiat, elektripuur aga ainult 9 kWh, või teisiti, suruõhupuur puurib 100 kWh energiakuluga 38 puurauku, elektripuur aga samadel tingimustel 650 auku.

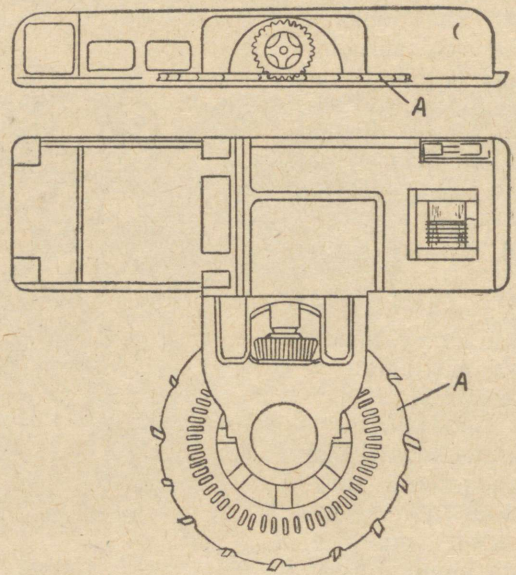
Meil põlevkivi lõhkumisel tarvitatavad suru- ja elektripuurid kuuluvad kergemate tüüpide hulka, näit.: suruõhulöökpuur kaalub 6,13 kg ning annab ca 2200 lööki minutis.

Nende puuridega töötades on töölise keskmine põlevkivi toodang päevas ca 4 t; see arv on ligikaudne, vilunud kaevuri poolt tööpäeval väljavõetava põlevkivi hulk on märksa suurem — kuni 6,5 t.

2) Meil on katsetatud ka veel elektri või suruõhu jõul töötavate nn. soonimismasinatega, mis teevad sügava soone (1,0—1,5 m) põlevkivikihisse, soonest aga puuritakse üles- või allapoole puur-

augud kihi purustamiseks lõhkeainetega. Põlevkivikihi kõvaduse pärast soonimismasinad aga ei anna rahuldavaid tulemusi. Fosforiidi töötlemisel soonimismasinad aga annavad häid tulemusi, kuna fosforiidikihid võrreldes põlevkivi omadega on palju pehmemad.

Suureks mureks allmaakaevandustele on alatine võitlus veega. Tihti on võimalus vett kaevandusest ära juhtida käikude põhja



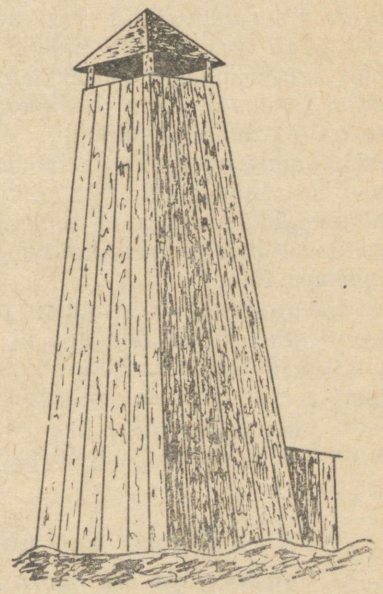
Joon. 6. Soonimismasin, *A* — ketas.

raiutavate väikeste kraavikeste ja eriliste veekäikude kaudu. Kui aga vee vaba äravoolu tingimused puuduvad, siis peavad suurevõimelised pumbad töötama ööd ja päevad, et hoida kaevandused veest vabad. Sellest hoolimata valitseb kaevanduses alaline niiskus. Temperatuur allmaakaevanduses on alati konstantne, s. o. 7—8° C.

Edasi on suur tähtsus veel kaevanduse õhu uuendamisel, ventileerimisel. Harilikult on meie kaevandustes kasutamisel loomulik tuulutamine. Selleks murtakse peastollidest teatud vahemaa järel õhuaugud, nn. šurfid üles, maa peale, kus neid kaitstakse 4—5 meetrit kõrgete, jämedate puittornidega, mis osutavad ühtlasi pea-

stollide suundi. Kuid loomulik tuulutus on võrdlemisi pikaldane ja vähe reguleeritav, eriti kevadeti ja sügiseti. Kuna aga meie kaevandustes lõhkeainete tarvitamine on võrdlemisi suur ja sagedane, mille tõttu tekkinud gaaside suitsu ja tolmu kõrvaldamine on hädavajalik, siis kaevurite tööviljakuse tõstmiseks seatakse kaevandustesse võimsad õhuventilaatorid, mis annavad igaüks 500—600 m³ õhku minutis, võimaldades umbes 10 minuti jooksul eemaldada lõhkeainete plahvatuse tagajärjel tekkinud gaasid ja seega jätkata tööd kaevanduses.

Enne Suurt Isamaasõda oli kõige rohkem ratsionaliseeritud meil Käva kaevandus; ratsionaliseerimist teostati 1936.—38. aastani. Kuna allmaakäikude üldpikkus ulatus 25 km ja kaevanduse peastolli pikkus oli 1,85 km, siis ehitati põlevkivi väljaveo kergendamiseks ja sellega seoses olevate kulude vähendamiseks tõstešaht. Šahti kohale ehitati 22 m kõrge tõstetorn. Selle šahti kaudu tõsteti tunnis üles ca 80 t põlevkivi. Tõstmiseks oli kaks toobrit, kumbki mahuga 2 m³. Üldine tõstekõrgus torni tipuni oli 40 m. Tornis asus murder. Murder andis peenendatud põlevkivi, mille maksimaalseks tüki suuruseks oli 150 mm. Sõelte abil eraldati sellest peenkivi, nn. III sort. Kummilindid toimetasid materjalid punkrisse, kust nad vagunitesse laaditi.



Joon. 7. Kaevanduse ventilatsioonitorn.

Põlevkivi tootmise tööprotsessi mehhaniseerimise ja ratsionaliseerimisega võib saavutada kaevuri päevatoodangu ligi kahekordset suurenemist. Tööprotsessi ratsionaliseerimise hulka kuulub veel: maa alt väljatoodud ja õliajamiseks määratud põlevkivi toimetamine koppades, köisteedel ning kummilintidel läbi purustajate, sortijate ja automaatkaalude õliajamisahjudesse; põlevkivitolmu väljasõelumine enne põlevkivi jõudmist generaatorisse, milleks tarvitatakse vibratsioonsõelu. Ka tuha väljaviimine mehhaniseeritakse; kui varemalt tuhk langes keerlevalt restilt vagonetti, mis hobusega

välja viidi, siis nüüd lastakse tuhk langeda põranda all olevale teraslindile, mis kõikide restide tuha viib tehasest välja punkrisse, kus teda mehaaniliselt rippuva elektriköistee kaudu edasi toimetatakse eemal asuvale tuhamäele. Nimetamisväärne on veel keerlevate küttekolderestide liigutamine igal generaatoril omaette elektrimootori abil, kuna varemalt toimus restide liigutamine ühise suure elektrimootori ja pika võlli abil, millega aeg-ajalt käsikangi abil ühendati üksikud generaatorid.

Mehhaniseerimise kõrval omab väga suurt tähtsust põlevkivitööstuse elektrifitseerimine. Kaevandused tuleb elektrifitseerida — senised suruõhupuurid, mis raiskavad elektrienergiat ja on tihti rikkis, tuleb igal pool asendada elektripuuridega; praegu tarvitusel olev mitterahuldav karbiidilampide valgus elektrivalgustusega, mis aitab tunduvalt tõsta toodangut, soodustab põlevkivi sorteerimist ja seega parandab kvaliteeti. Väga palju on veel teha põlevkivi mehaanilise sortimise ja laadimise alal, kus tulevikus masinad teevad ära sadade inimeste töö. Elekter pole veel tunginud kõigisse allmaakäikudesse, kuid senised töökogemused näitavad, et elektri rakendamine põlevkivitootmises on murranguks kogu selle tootmisharu töös.

Seega tagab eesrindliku tehnika rakendamine produktiivsuse tõusu. Sellest üksinda aga ei piisa: veelgi tähtsamaks teguriks sel alal on töötajate endi loov initsiatiiv ja sangarlikud pingutused ülesannete eeskujulikuks täitmiseks, stahhaanovlike töömeetodite sügavam ja laialdasem rakendamine normide ületamisel järjest suurema hulga patriootide poolt.

7. Töökord kaevanduses, põlevkivi tootmise materjalikulu normid ja kaevurite varustus.

Meie põlevkivikaevandustes käib töö pidevalt, kolmes vahetuses. Esimeses vahetuses töötavad tavaliselt puurijad, nende abid, minöörid ja laekindlustajad, kahes teises vahetuses aga kaevurid, vagonettide suunajad, drenaaži- ja teised abitöölised, kes puurijate ja minööride poolt lõhutud põlevkivi tükid paekivist eraldavad, põlevkivi laadivad vagonettidesse ja suunavad need töökohast veostolli, kust need veduritega kaevandusest välja veetakse.

Vahetuse alguseks brigadiir (kümnik) juhatab töölised töökohtadele. Enne seda neile antakse allmaakaevanduse vastava rajooni tööriistade laost vajalikud instrumendid, nagu elektripuurid, suruõhulöökpuurid, kirkad, labidad, kangid jne.; kaevuri tööriistade

hulka kuulub veel karbiidilamp, mis talle antakse juba maa peal enne kaevandusse minekut.

Kuna tööprotsessis tööriistad tihti lähevad rikki ning nõuavad parandust, siis nende jooksvaks remondiks asutatakse tihti maa alla, vastava rajooni tööriistade lao juurde, töökojad. Peale selle asutatakse veel maa peale, kaevanduste, tehaste või vabrikute juurde, omaette suuremad töökojad tõsisemate vigade parandamiseks.

Kui lõhkeainete plahvatuse tagajärjel tekkinud gaasid on loomuliku või kunstliku tuulutuse tagajärjel eemaldatud, asutakse purunenud kihtide sortimisele ja vagonettidesse paigutamisele. Sortimisel kõlbmatu kivi — paas — laotakse tavaliselt tagapool töökohta postiks, mis jääb kandma kaevanduse lage.

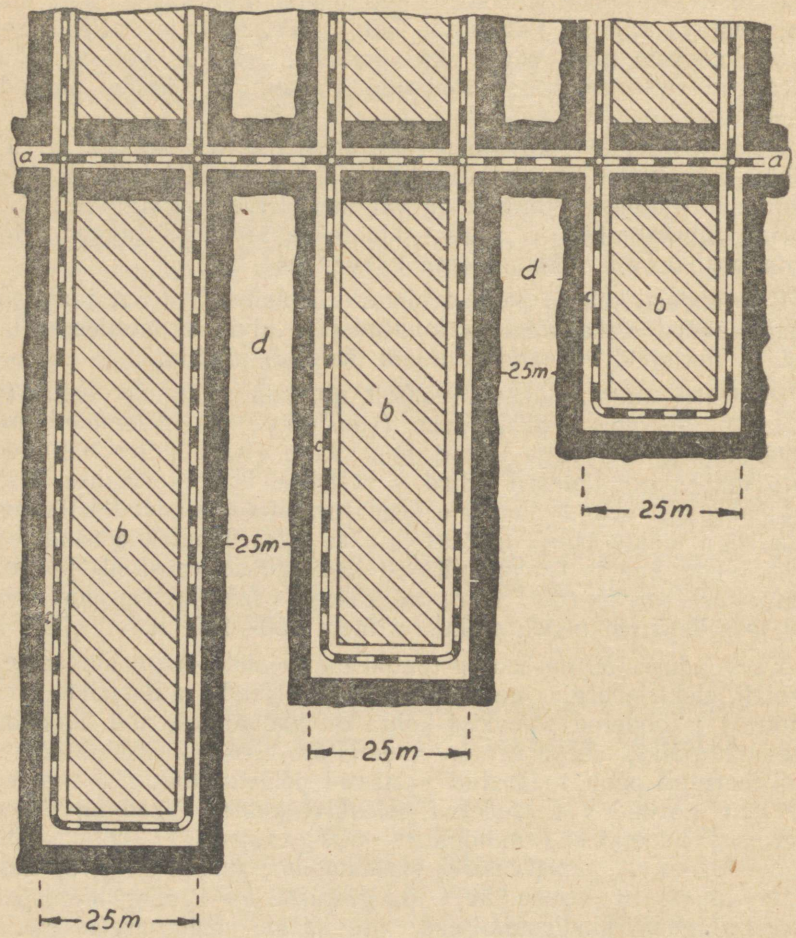
Kaevanduse käigud peavad olema nii planeeritud, et igast töötavast seinast oleks võimalik lõhutud põlevkivi vagonettidesse laadida ja viimaseid kaevanduse suuni (šahtini) juhtida.

Põlevkivi ammutatakse tavaliselt nn. laia seina ehk eega (vt. joon. 8). Seejuures peakäigust (veostollist) *a* mõlemale poole võetakse põlevkivi välja laiade, kuni 30 m etena, jättes välja võtmata umbes samalaiused ribad *d*. Umbes 3 m tervikust eemal laotakse paest sein *b* ja peale seda toestatakse saadud käik puitraamidega, käigu põhja aga asetatakse kitsaröövpmeline raudtee *c*, mille kaudu kaevis transporditakse kaevanduse veostolli ja sealt kaevanduse suu juurde. Säärastes käikudes toimub transport inimjõul ja sellepärast nende pikkus ei ületa 150—200 m.

Kaevanduse töö on seotud teatud materjalide, nagu lõhkeainete, karbiidi, elektrienergia jne. kulutamisega. Nende materjalide tarvitamine 1 t toodetud põlevkivi kohta on kaevanduse töö ökonoomsuse näitajaiks, seepärast on meie Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeeriumi poolt määratud vastavad põlevkivitootmise materjalide kulu normid 1 t toodetud põlevkivi kohta. Need on praegu järgmised: lõhkeainet (ammoniiti) — 500 g, kapsleid 1—2 tk., süütenööri — 1—2 m, puurterast a) suruõhupuuri juures 30 g, b) elektripuuri juures 13 g, pobediiti — 0,1 g, karbiidi — 165 g, toetuspuid, liipreid lagede kindlustamiseks, drenaažide ehitamiseks jne. — 0,0011 m^3, kütte- ja määrdeõlisid diiselmootoritele, kompressoritele, veepumpadele jne. — 0,445 g, elektrienergia kulu — 7,5 kWh jne.

Töötamisel põlevkivi kaevanduses peavad töölised ja teenistujad olema vastavalt riietatud ning omama isiklikke kaitseabinõusid, nagu kindaid, respiraatoreid, prille, maske, kiivreid jne. Meie põlevkivitööstuses erirõivaste, jalatsite ja isiklike kaitsevahendite

tasuta väljaandmist töötajaile reguleerib Eesti NSV Põlevkivi- ja Keemiatööstuse rahvakomissari käskkirja nr. 11 lisa nr. 1, 8. jaan. 1946. a.



Joon. 8. Laia seina ehk eega töötamise skeem.

Selle käskkirja alusel erirõivaste, jalatsite ja isiklike kaitsevahendite väljaandmise kriteeriumiks on töölise poolt kaevanduses sooritatava töö iseloom ja töölise eriala. Vastavalt sellele jaotatakse kõik kaevanduse tööd kahte peakategooriasse: 1) all- ja 2) peal-

maatöödeks. Tähendatud käskkiri jaotab kõik kaevanduse töölised 87 eri rühma, nendest tähtsamad on: masinatel puurijad ja nende abid, puuride kandjad, aheraine-, kivilõhkujad, minöörid, tugede panijad ja väljalööjad, kaevurid, markšeiderid, vagonettide suunajad, drenaažitöölised, bensiini- ja karbiidilampide korrastajad, vagonettide, tõstemasinate õlitajad, mootorveokite, ventilaatorite, mehaaniliste laadijate, kompressorite-soonimismasinate masinistid, nende abid jne. Administratiivse personali hulka kuuluvad: brigadiirid, märkijad (tabelipidajad), proovide võtjad, signaliseerijad, telefonistid, mäetööstuse meistrid, montöörid, mehaanikud, tehnilised inspektorid, geoloogid, insenerid jne.

Seega toimetatakse erirõivaste, -jalatsite ja isiklike kaitsevahendite väljaandmist olenevalt töö iseloomust ja spetsialiteedist, näiteks: allmaatööde puurijaile on ette nähtud presendist ülikond, kõva põhjaga kiiver, kummisäärikud ja presendist labakindad, pealmaa tõstemasina masinistile — puuvillane tööülikond, kummikalossid, kummisõrmkindad ja kombineeritud kindad. Eririietuse kandmise iga on suuresti olenev all- või pealmaatööst, näit.: vahetustehniku või kümniku kiivri kandmise iga on 18 kuud, kuna sama kiivri kandmise tähtaeg betoneerijal, märjas allmaatöös, on kõigest 1 aasta jne.

Nimetatud varustuse väljaandmise instruktsiooni kohaselt on keelatud rõivaste asemel anda töötajaile materjali või raha selle ostmiseks. Väljaantavad esemed peavad olema valmistatud kandmiseks kõlblikust materjalist ja suuruselt sobima töölisele. Erirõivad ja -jalatsid on ettevõtte täielik omandus ja administratsioon on kohustatud kontrollima, et töölised ja teenistujad kasutaksid vastavaid esemeid ainult tööajal; rõivaid ja jalatseid on keelatud välja viia ettevõtte tööpiirkonnast ja kasutada neid töödel, mis ei kuulu ettevõttele.

Erirõivaste ja -jalatsite parandamine, pesemine ja desinfitseerimine toimub ettevõtte kulul. Igale erirõivaste liigile määratakse tema kandmise tähtaeg. Erirõivaste ja -jalatsite väljaandmine töölistele kui ka nende tagasisaamine märgitakse töölise palgaraamatusse; kõik väljaantud esemed varustatakse ettevõtte, vabriku tempiga või plommiga. Töötajad kannavad materiaalset vastutust neile kasutamiseks antud erirõivaste, -jalatsite ja teiste kaitseabinõude eest. Nende esemete varastamise, kaotamise, nende lohaka käsitsemise või meelega rikkumise korral tasuvad süüdlased eelnimetatud esemete eest viiekordse hinna, võrreldes nende tegeliku väärtusega.

8. Meie põlevkivitööstus neljanda stalinliku viisaastaku perspektiivis.

Vastavalt 1946. a. märtsikuul NSV Liidu Ülemnõukogu I istungjärgul vastuvõetud NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanile ning sm. Stalini poolt tema 1946. a. 9. veebruari kõnes meie rahvamajandusele püstitatud ülesannetele, kujundatakse meil kõigil põlevkivitööstuse aladel tootmine ümber moodsa nõukogude tehnika alusel, mis tagab põlevkivitööstuse toodangu seniolematut kasvu ja kvaliteedi paranemist. Selleks et tagada meie tööstuse transpordi ja energiamajanduse arendamist vastavalt viie aasta plaanile, tuleb meie põlevkivitööstuse kogutoodang võrreldes 1940. aastaga tõsta 1950. aastaks neljakordseks; ühtlasi suureneb põlevkivi ümbertöötamine, nagu nähtub järgmisest tabelist:

Tabel 7.

Jrk. nr.	Põlevkivi ja põlevkivisaadused	Mõõtühik	Aastad		Tõus %-des võrreld. 1940. a.	Tõus %-des võrreld. 1945. a.
			1940	1950		
1.	Põlevkivitoodang üldse sellest	t. t	1892	8410	444	977
	a) liidulise alluvusega	t. t	1092	6610	—	—
	b) vabariikliku alluvusega	t. t	800	1800	—	—
2.	Põlevkiviõli toodang (vabariiklik)	t. t	174,1	150	0,862	1400
3.	Bensiini toodang (vabariiklik)	t. t	20,5	22,5	109	2045

Käesoleval viisaastakul lõpetatakse «Kiviõlis» kahe uue tunnelahju ja 8 suure Pintschi generaatori ehitamine. Seega kasvab tooröli tootmine vabariikliku alluvusega põlevkivitööstuses kahekordseks, võrreldes ennesõjaaegse õlitoodanguga.

Erakordselt suured võimalused on keemiatööstuse arendamiseks põlevkivi baasil. Meie teadlastel ja uurimisinstituutidel on sel alal täita suured ülesanded. Üheks eesmärgiks on tuhamägede kaotamine õlivabrikute ümbruses. Praegu maetakse tohutuid väärtusi tuhamägedesse, mis on tõusnud sedavõrd kõrgeks, et hakkavad

juba põlevkivirajooni looduslikku ilmet muutma. Tulevikus tuhamäed enam ei kasva; tuhk rändab utmistehaseist otsekohe ümbertöötamisele tuhatsemendiks ja tellisteks, väärtuslikuks ehitusmaterjaliks, mis tunduvalt aitab säästa defitsiitset puitu ja muid ehitusmaterjale. Tuha otstarbekat kasutamist arendatakse ka suurkäitistes ja elektrijaamades, mida köetakse põlevkiviga.

Et tõsta toodangut sellises tormilises tempos, nagu see on ette nähtud neljanda viisaastaku plaanis, selleks ei tule mitte ainult laiendada käitisi, haarata uusi alasid kaevanduste alla ja suurendada tööliste arvu, vaid otsustavalt tuleb tõsta ka tööproduktiivsust. Selleks tuleb tööd kaevandusis senisest tunduvalt rohkem mehhaniseerida. Põlevkivitööstuse arenemisega ja tootmise mehhaniseerimisega mitmekordistub elektrienergia tootmine põlevkivirajoonis. Energia puudus pidurdab praegu tunduvalt õlivabrikute tööd. Ei saa tõsta tööviljakust ilma elektriveduriteta; paratamatult on vajalik lahendada sellised küsimused, nagu: elektrisoonimismasinate rakendamine, uute katse-tööväljade loomine, veeküsimus kaevandustes, põlevkivi rikastamine mehaanilisel laadimisel jne.

Nii on näiteks ette nähtud ehitada Kohtlasse võimas ehitis põlevkivi mehaaniliseks väljatõstmiseks kaevandusest, selle automaatseks sortimiseks ja vagunitesse laadimiseks. 90 meetri pikkune transportlint haarab kogu kaevurite toodangu ja laadib selle raudteele. 2000 m pikkusesse maa-alusesse strekki tekivad uued abikäitised — väikesed elektrijaamad, pumbajaamad, kaevanduses alustavad tööd elektrivedurid. Seepärast on taastajate ja ehitajate esmajärguliseks ülesandeks kiiresti lõpetada elektrijaamade ehitamine. Tulevikus saavad kõik kombinaadid oma jõujaama; Püssi jõujaam tuleb laiendamisele, kuna Ahtmesse ehitatakse Nõukogude Eesti esimene suurjõujaam, mis mitte ainult ei taga voolu Virumaa hiiglasammudega arenevale tööstusrajoonile, vaid hakkab elektrienergiat andma ka Tallinnale.

Nõukogude võim suunab kogu tähelepanu hoolitsemisele viisaastaku töökangelaste eest: parandatakse töötervishoiu tingimusi nii vabrikuis kui ka kaevandusis. Tunduvalt paremini hakatakse hoolitsema tööliste heaolu eest. Üle 50 miljoni rubla rakendatakse väikeste elumajade, klubide, lasteaedade, sanatooriumide ja haiglate ehitamiseks. Kohtlasse ehitatakse moodne rahvamaja ja ujumisbassein, Küttejõus ja Kiviõlis luuakse sanatooriumid ja puhkekodud.

9. Põlevkivi utmine, selle põhijooned ja alused.

Vaatamata sellele, et meie põlevkivi tagavarad osutuvad küllaldasteks mitte ainult Eesti, vaid ka kogu Baltimeremaade varustamiseks põlevkivitööstuse saadustega mitmeks sajandiks, ei tohi me ühtki tonni põlevkivi asjatult raisata ja põlevkivi ümbertöötamiseks peame valima kõige ökonoomsemad ja tehniliselt täiuslikumad menetlused. Ideaalseks osutuks olukord, kus nii otsesel kasutamisel kütusena, kui ka termilisel teel ümbertöötamisel (utmisel) me võiksime 100%-liselt ära kasutada kaevandusest saadava põlevkivi. Põlevkivi küttekollete konstrueerimisel tuleks taotleda niisugust põlemisprotsessi, kus orgaanilise osa kasutamine oleks täielik ja tuhk otseselt kõlbaks sideaineks või kunstkivide tootmiseks.

Kõige täielikum on põlemine gaasilises faasis, seega — mida peenem tera, seda intensiivsemalt toimub põlevkivi orgaanilise osa põlemine ja seda puhtam on tuhk. Kahjuks meie olemasolevad küttekolded ei võimalda pulbrikujulise kütteaine kasutamist. Peame seega teostama kompromissi praeguste küttekollete konstruktsioonide ja põlevkiviterade suuruse vahel, et saavutada sideaineks kõlblikku tuhka.

Tähtsamaks põlevkivi ümbertöötamise viisiks on tema utmine generaatoreis või retortides. Põlevkivist õliajamise puhul on vaja arvestada järgmisi tegureid:

1) Soojus — s. o. soojuse ülekande viis, selle levimine ja optimaalne temperatuur.

2) Aeg — mille kestel toimub kuumendamine mitmesuguse temperatuuri juures.

3) Aine olek retordis, s. t. tükkide suurus ja kihi paksus, kuna väiksema tähtsusega on kergesti kontrollitavad tegurid, nagu aine niiskus, surve retordis, õhu juurdepääs jt.

Utmisprotsess koosneb reaktsioonide pidevast ahelast, kus üks tegur mõjutab teist ja sageli ei saa muuta üht tegurit, ilma et ei muutuks ka mõni teine tegur.

Raskused õliajamisel põlevkivist seisnevad selles, et kuumutatult kuni 380° C põlevkivi kaldub kergesti asfaltumisele. Kuna seda põlevkivi omadust esialgu ei tuntud, äpardusid kõik esimesed õliajamise katsed väljastköetavate püstretortidega. Nende juures osutus võimatuks utmistemperatuuri hoidmine nõutavais piires (500—550° C), nende sisu sulas kompaktseks massiks või paremal juhul ainult seinad kattusid asfaldiga; kuid siis katkes varsti soojuse üleminek retordi sisemusse ja seinad põlesid kiiresti läbi.

Laboratoorselt määras akadeemik prof. P. Kogerman juba veerand sajandi eest meie põlevkivi retortimise optimaalse temperatuuri režiimi, mis asus 485—525° C temperatuuri intervallis, samuti ka retortimise kestuse, et saavutada kõrget õlisaagist.

Praegusel ajal on õlitööstuse eesmärgiks toota toorõli, mis sisaldab rohkem madala temperatuuri juures keevaid fraktsioone (bensiini) ja mida kerge oleks rafineerida. Rafinatsiooni seadeldiste valik sõltub tunduvalt põlevkivi retortimise täiuslikkusest.

Põlevkivist õliajamise katseajajärk algas meil juba 1919. a. ning kestis 4—5 aastat. Suurte põlevkiviõli vabrikute käimapanemise eel käisid igas käitises mitmeaastased katsed, inseneride ja keemikute pikemaajalised uurimised. Nende uurimiste tulemusena on kasutatud meie põlevkivi utmiseks väga mitmesuguse konstruktsiooniga retorte; neist on püsima jäänud ja tööstusliku praktika karastustulest läbi käinud kolm tüüpi:

1) siseküttega püstretort-generaatorid (Kohtla-Järvel), 2) väliskütteg tunnelahjud (Kiviõlis, Sillamäel) ja 3) pöörlevad väljastköetavad lamavretordid (Davidsoni konstruktsioon) Kohtlas. Püstgeneraatorite idee on pärit firmalt Julius Pintsch, tunnelahjud on Eesti inseneride leiutatud, pöörlevate lamavretortide idee on inglaste patent.

Nii oli toorõli saamine Eesti põlevkivist tehniliselt rahuldavalt lahendatud, kusjuures iga tööstus jäi oma õliajamise süsteemi juurde, mis tõendas iga süsteemi laitmatust tehnilisest küljest. Kuid on selge, et vaatamata sellele, et põlevkiviretortide konstruktsioone võib olla väga mitmesuguseid, ei saa nende valikul rahulduda vaid mehaanilise küljega, vaid tuleb silmas pidada ka protsessi ökonoomsust, käsitamise lihtsust jm. tegureid.

Enne Suurt Isamaasõda meil töötas õliajamise alal neli suurt ettevõtet: Kohtla, Kiviõli, Sillamäe ja Kohtla-Järve põlevkivikombinaadid, toorõli üldtoodanguvõimega ca 200 tuh. tonni aastas.

Ex bibl. univ. Tart.

10. Töötamisviisid õlivabrikuis ja nende erinevusi.

Meie õlitööstused kasutavad, nagu teada, kolme erinevat õliajamise meetodit: siseküttega püstgeneraatoreid, tunnelahjusid ja pöörlevaid väljastköetavaid lamavretorte.

Soojuse ülekanne kuumendavalt vahendilt põlevkivile võib toimuda kas kuumade gaaside juhtimisel lõõridesse, mis ümbritsevad retorti, või juhtides kuumendavaid gaase või veeauru retorti, kus nad läbivad põlevkivikihi. Väliskuumendamise puhul tuleb veel

arvestada soojuse transmissiooni läbi retordi seinte. Sisekütte puhul võib kuumi gaase juhtida läbi retordi kas üks kord või lasta neid tsirkuleerida (enne õliaurude kondensatsiooni) korduvalt läbi uttematerjali.

Uttematerjali edasinihkumist retordis võib teostada kas lihtsalt gravitatsiooni, s. o. materjali enda raskuse toimel vertikaalsetes retortides, või peenmaterjali puhul liikuva vedaja põhimõttel pöörlevates lamavretortides. Tunnelahjudes toimub materjali edasiliikumine vagonettide või konveierite (transportlindi) abil.

Väljastköetavatest retortidest osutus töövõimeliseks ainult Davidsoni retort Kohtla põlevkivikombinaadis (end. Gold Fields'i vabrikus); see on pöörlev horisontaalretort, milles tugevad kraapijad hoiavad ära asfaldikorra tekkimise seintele.

Teist põhimõtet, nimelt kuumade gaaside ehk õliaurude juhtimist läbi põlevkivikihi, mis võimaldab temperatuuri reguleerimist utetavas kivis, kasutati meil Kohtla-Järve põlevkivikombinaadis. Püstgeneraator-retordi põhimõte seisneb selles, et läbi värske põlevkivikihi juhitakse poolkoksi põlemise kuumad gaasid, mis õliauru kaasa võtavad ning ühes nendega jahutamisseadmetesse lähevad.

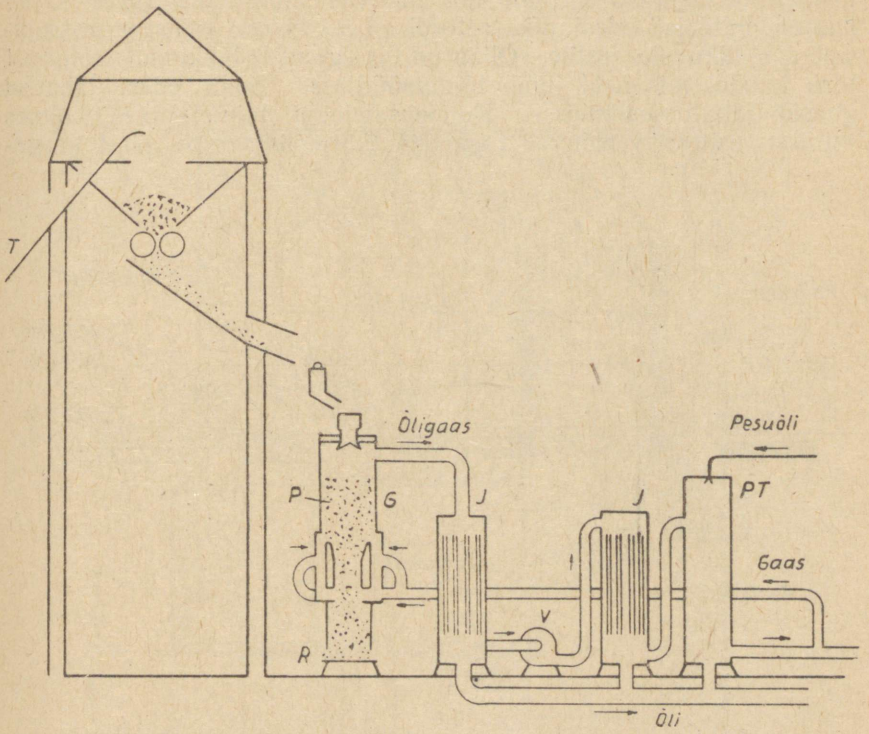
Kiviõli ja Sillamäe tunnelahjudes aeti põlevkivikihist korduvalt läbi temast eralduvad aurud, neid iga läbimineku eel kuumendades; seejuures igakordsel läbiminekul eraldus põlevkivist uuesti õliauru, millest osa juhiti jahutajatesse, kuna ülejäänud osa lasti ringkäiku ülekuumendisse, sealt ahju jne. jne.

Edasi vaatleme nende kolme õliajamismenetluse tehnoloogilist käiku.

a) Püstgeneraator-retort — siseköetav Pintsch'i püstgeneraator.

Kaevandusest tulev põlevkivi tõstetakse tõstetooli abil punkrisse, kus teda purustatakse, mehaaniliselt sorditakse ning juhitakse tarvidust mööda generaatorisse. Generaatori alumises osas, pöörleval restil, toimub põlemine, kusjuures tulised gaasid ühes õliaurudega tõusevad läbi põlevkivikihi üles ning lahkuvad generaatori ülemises osas asuva toru kaudu. Generaatoris olev põlevkivikiht langeb õli kaotades ikka sügavamale, kuni pöörleval restil põlevad ära viimased põlevad osad (nn. poolkoks); siis ta langeb generaatorist tuhana välja ning toimetatakse sellisena tuhamäele. Utmistemperatuuri reguleerimiseks lisandatakse generaatorisse tarvilisel määral külma gaasi. Generaatorist lahkunud õliaurud juhitakse läbi rea õhk- ja vesijahutite, kus õliaurud veelduvad. Jahutite järele juhitakse õliaurud pesutornidesse, kus vihmana sadav nn. pesuõli imeb endasse

osa veel õliaurudes sisaldavaid kergeõlisid, kust nad hiljem destilleerimise teel jälle kätte saadakse. Ülalkirjeldatud viisil on õlisaak 18—20% põlevkivi kaalust. Säärased generaatorid seatakse harilikult üles rühmadena ning toidetakse siis ühest tõstetornist.



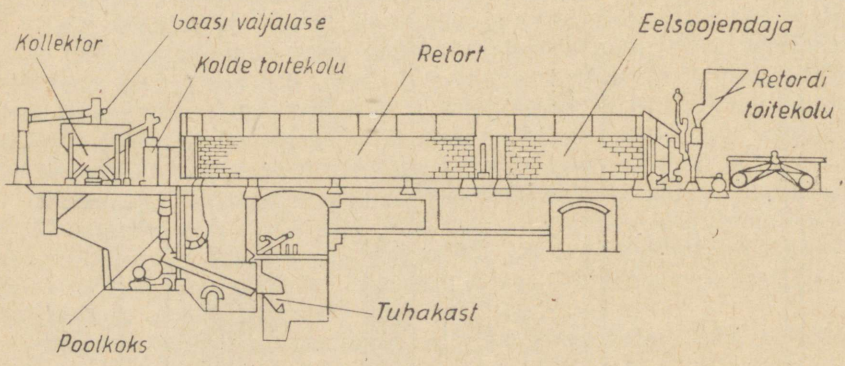
Joon. 9. Pintsch'i püstgeneraator-retort: *T* — tõstetool, *G* — generaator, *P* — põlevkivi, *R* — pöörlev rest, *J* — jahutajad, *V* — ventilaator, *PT* — pesutorn.

b) Väljastköetav, pöörlev Davidsoni lamavretort.

T. M. Davidsoni poolt konstrueeritud lamavretort erineb põhjalikult püstgeneraator-retordist — see on pikergune trummel, mida köetakse väljastpoolt ning mille sees liiguvad erilised kraapijad, mis takistavad koksi (asfaldi) korra tekkimist trumli seintele.

Põlevkivi läbib retordi täiesti automaatselt: punkrist langev peenendatud põlevkivi koguneb toitekolusse, kus ta edasi langeb trans-

portlindile ja sellelt retorti, mille aeglane pöörlemine paneb pöörlema ka retordi sees olevad põlevkivitükikesed. Toiteosast alates tõuseb retordis põlevkivi temperatuur ning retordi lõpul jõuab ca 485° C-ni. Kuum jääk (koks) langeb retordist kasti, mille lae ja põhja moodustavad suruõhu abil liikuvad siibrid, mis reguleerivad kuuma materjali edastamist retordi all asetsevale erilise konstruktsiooniga liikuvale restile. Õliaurud ja gaasid lahkuvad retordist toru kaudu, mis neid juhib tolmupüüdjasse. Sealt edasi lähevad gaasid jahutusseadmeisse. Kondensatsiooni toimetatakse kolmes astmes: esiteks veelduvad raskeõlid (kütteõlid), selle järel kerge-



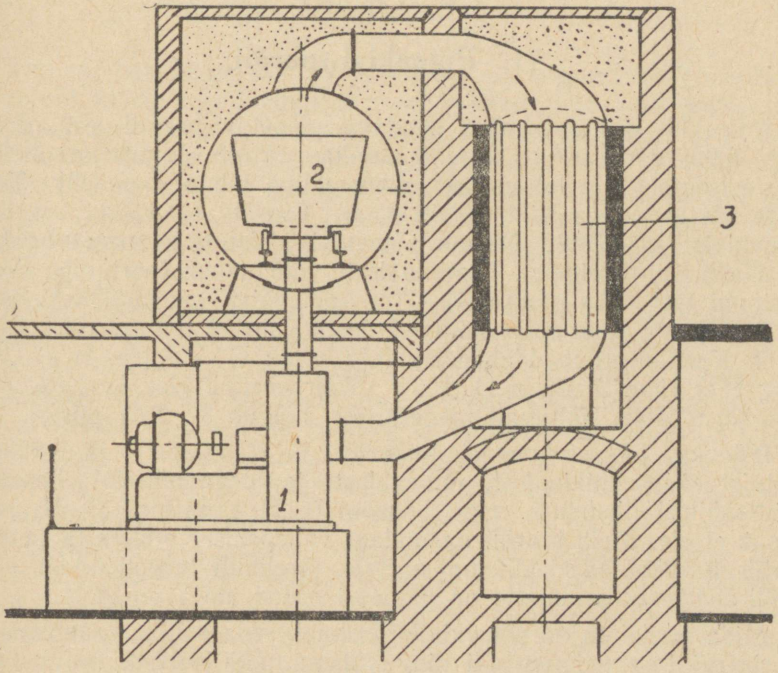
Joon. 10. Davidsoni lamavretort.

mad õlid; kondensaati destilleerides saadakse kütte-, pesuõli ja bensiini; kolmandas kondenseerimisastmes temperatuuril alla 0° C saadakse nn. gaasbensiini. Edasi juhitakse õliaurud pesutornidesse, kus neid pestakse jahutatud õliga. Pesutornidest läbikäinud gaasi kasutatakse lamavretordi kütmiseks, kuna ta on veel kaunis suure põlemisväärtusega. Õlisaagis Davidsoni retordi menetlusel on ca 20%. Davidsoni retort võimaldab ka peenmaterjali destilleerimist, kuna aga Pintschi retortides ja tunnelahjudes nende korralikuks töötamiseks peab tarvitama tükkmaterjali, millest peenpõlevkivi välja on sõelutud.

Davidsoni retort võib vahetpidamatult töötada üle kolme kuu, mille järel teda tuleb puhastada.

c) Välisküttega tunnelahjud.

Tunnelahjud koosnevad mitmest kuumendusringist, mis on jaotatud kolme rühma: 1) kuivatusrühm, 2) utmisrühm ja 3) kustutusrühm. Töötamise ajal on ahju tunnel täidetud põlevkivi vagonettide rongiga, kusjuures igas sektsioonis asub üks vagonett. Kõiki sektsioone köetakse kanali otsas asuvast koldest. Sektsioonide



Joon. 11. Tunnelahju utmisrühma sektsiooni põiklõige: 1 — ventilaator, 2 — vagonett põlevkiviga, 3 — ülekuumendaja.

ventilaatorid imevad õliauru läbi ülekuumendaja utmisruumi. Ülekuumendajast läbiläinud soojendatud aurud tungivad läbi vagonetis asuva põlevkivi ja aurutavad ikka uusi ja uusi õlihulki; see protsess kestab vahetpidamata, seni kui vagonettide rong tunnelist läbi käib. Edasi juhitakse õliaurud utmisruumist läbi toru kondensatsiooni, kus neid veeldatakse harilikul viisil. Peale utmist jahutatakse vagonette põlevkiviga, mis oma õlisisalduse juba on kaota-

nud, veega kustutussektsioonis, kust põlevkivi lahkub ahjust juba poolkoksina.

Vagonettide liikumine tunnelis sünnib hüdrauliliste tõukeseadiste abil; nende juhtimine on tsentraliseeritud ning kontrollitakse eriliste elektrisignaalseadeldiste abil.

Küsimus, millise menetluse järgi on kõige kasulikum toota õli põlevkivist, ei ole seni lõplikult lahendatud ja sel alal seisab ees veel suur töö.

11. Põlevkivi-tooröli.

Põlevkivi destilleerimisel saadava põlevkivi-tooröli erikaal on 0,94—0,99; värvuselt ta on tumepunakas, pruun või mustjasroheline, fluorestsentsiga ja omapärase ebameeldiva lõhnaga vedelik. Tema küteväärtus on ca 9400—9600 Kcal. Tooröli saadakse tavaliselt põlevkivist 17—20%. Õlisaak põlevkivist sõltub temperatuurist ja destillatsiooni-meetodist. Optimaalselt võib laboratooriumis destillatsiooni teel õliks muuta 65—70% põlevkivi orgaanilisest osast. Õli omadused ja koostis sõltuvad destillatsiooni tingimustest vabrikutes. Keemiliselt sisaldab põlevkivi-tooröli: C — 83%, H — 10% ning veel vähe S, Cl ja O + N. Toorbensiini ehk kergete õlide sisaldus tooröli, sõltuvalt menetlusest, kõigub 3—25% piires.

Põlevkivi-tooröli koosneb küllastatud (C_nH_{2n+2}) ja küllastamatuist süsivesinikkudest, fenoolidest ja orgaanilistest hapetest. Puhttsüklilisi ühendusi, nagu bensool (C_6H_6), nafteen (C_6H_{12}) jt., temas ei ole. Meie tooröli on midagi vahepealset alliknafta ja kivisöetõrva vahel, siiski lähemal naftale, järelikult tooröli ümbertöötamisel saadavad produktid on väga sarnased nafta omadele.

Mida madalam on põlevkiviõli erikaal, seda rohkem saab temast toorbensiini ja valgustusõli ning vähem määrdeõlisid, ja vastupidi — erikaalult raskest põlevkiviõlist saab vähem bensiini ja õlisid, määrdeõlisid aga rohkem. Seega on põlevkiviõli puhtasfaltaluseline tooröli, seepärast saame teda destilleerides vähem mootorõlisid ja rohkem kondensaati ja bituumeneid.

Vastavalt põlevkivi ümbertöötamise menetlustele, saadakse temast kas maaõlitaolist tooröli või kivisöetõrva-sarnast põlevkivitõrva. Seega osutub meie põlevkivi avaramaks baasiks keemiatööstusele kui kivisüsi ja maaõli eraldi võetuna ja sellepärast jääb tooröli peamiselt meie keemiatööstuse tooraineks, kuid teda tarvitatakse ka otseselt kütteks tööstustes, vedurites, laevadel jne.

Põlevkivi-toorõlist saadakse selle destilleerimisel praegu kuni 17 tähtsamat produkti, milledest tähtsaim on kindlasti bensiin.

Põlevkiviõli rafineerimise kõrvalsaadustest kasutatakse keemiatööstuses fenoole ja orgaanilisi happeid, millest saadakse arstimeid, bakeliidi-taolist plastmassi, sünteetilisi parkaineid, kõrgemaid happeid kasutatakse seebikeetmisel jms.

12. Bensiin.

Viimase aja kõige nõutavam õlisort on bensiin. Seda saadakse nafta või toorõli destillatsiooni, veel rohkem aga krakkimise teel. Krakkvabrikus nafta (põlevkivi-toorõli) hakkab temperatuuril 500—600° C 30—50 atmosfääri rõhu all lagunema, andes kergeid mootoriõlisid ja raskeid bituumeneid. Ka põlevkivi-toorõli, millest bensiin on eraldatud, võib krakkida samades seadeldistes nagu maaõligi ja temast saadakse samuti bensiini, rasket kütteõli ja krakkgaasi.

Keemiatööstuse seisukohalt osutub kõige väärtuslikumaks krakksaaduseks gaas. Kõige suuremaks maaõli tootjaks on Põhja-Ameerika Ühendriigid, kus saadakse umbes $^2/_3$ kogu maailma õlitoodangust. Seetõttu on arusaadav, et just sellel maal on laialdaselt arenenud ka maaõlile rajatud keemiatööstus. Näiteks Carbide and Carbon Chemicals Corp. toodab maaõli krakkgaasidest üle 25 orgaanilise ühendi, sealhulgas äädikhapet, formaliini, isopropüülalkoholi, etüülatsetaati, viinapiiritust jne.

Põlevkiviõli krakkimine kulgeb üldiselt samas suunas nagu maaõli krakkimine ja sellepärast võime põlevkiviõli krakkimisel tekkiva gaasi koostist pidada ligikaudu sarnaseks maaõli krakkgaasiga. Kahjuks puuduvad meil täpsed andmed põlevkiviõli krakkgaasi koostise kohta, sel alal seisavad meie uurimisinstituutidel ees veel suured ülesanded.

Krakkida võib kas kergemalt või sügavamalt, millest oleneb saadavate produktide kvantitatiivne vahekord. Võib toota kas rohkem bensiini ja vähem bituumenit, või ümberpöördult, s. o. krakkides oleneb saaduste vahekord sellest, millise režiimiga töötatakse. Väga suurt osa etendab ka krakitava õli koostis ja erikaal.

Bensiin kuulub esimeste lenduvate fraktsioonide hulka. Esmalt saadakse raskebensiin, mis pikemal seismisel omandab oranži tooni; teda puhastatakse väävelhappega (H_2SO_4) ja seebikiviga (NaOH), mille tulemusena saadakse puhastatud bensiin, mis on värvitu.

Põlevkivibensiin on omapärase ebameeldiva lõhnaga, mis on tingitud küllastamatutest süsivesinikkudest, mitte aga väävlisisaldusest. Väide, nagu oleks põlevkivibensiinil suurem väävlisisaldus võrreldes naftabensiiniga, on teaduslikult ümber lükatud.

Vaatleme põlevkivi-bensiini tähtsamaid omadusi, võrreldes naftabensiiniga:

Tabel 10.

Näitarvud	Põlevkivi-bensiin	Ameerika maaõli-bensiin
1. Erikaal 20°C juures . . .	0,74–0,75	0,72–0,73
2. Keemispiirid	50–200°C	50–200°C
3. Küttevääртus Kcal	10 500–11 000	10 200–10 600

Vanasti hinnati bensiini tema erikaalu ja keemispiiride järgi, kuid peab ütlema, et bensiin pole mitte mõni kindel keemiline ühend teatava kindla keemistäpiga, püsiva erikaaluga jne., ta on ebamäärane süsivesinike segu. Umbes 20 aastat tagasi selgus, et autod kulutavad sõiduks seda vähem bensiini, mida suuremat kompressiooni võimaldab bensiin mootori silindris, s. o. mida suuremat eelsurvet ta võimaldab, ilma et bensiini ja õhu segu iseenesest detoneeruks. Eelkompressiooni surve ehk kloppimiskindluse astme mõõdupuuks hakati kasutama erilist süsivesinikku — iso-oktaani (C_8H_{18}), mis talub eriti kõrget eelkompressiooni. Sellele iso-oktaanile lisatakse juurde kergesti-kloppivat ainet — heptaani (C_6H_{14}), ning laboratoorselt valmistatakse kontroll-lahuseid (võrdlussegud), millel on samasuur kloppimiskalduvus kui proovitaval bensiinil. Tekkis uus mõiste, bensiini kloppimiskindluse mõõdupuu — «oktaanarv», ning viimasel ajal on hakatud bensiini hindama mitte erikaalu, vaid oktaanarvu järgi, mis näitab bensiini kompressioonikindlust. Nii näiteks, kui proovitav bensiin osutub kloppimise suhtes võrdseks seguga, mis koosneb 75 osast oktaanist ja 25 osast heptaanist, siis on sel bensiinil oktaanarv 75.

Ameerika noteeringute järgi kõige odavamad bensiinid on oktaanarvuga 60, kõige kallimad, s. o. lennukibensiinid on oktaanarvuga üle 73; Eesti põlevkivibensiini oktaanarv on ca 67.

Põlevkivi krakkbensiin võrreldes mõnede naftabensiinidega omab suuremat kompressiooni- ja kloppimiskindlust, mis võimal-

dab töötamist suuremate eelsurvetega, kusjuures saavutatakse kuni 25% kütteainete säästu.

Kütus, mida transport tänapäeval nõuab kõige rohkem, on kahtlemata bensiin. Riik, mis evib bensiini tootmise võimalusi, on määratute rikkuste omanik. Bensiini tarvitamise järgi elaniku kohta mõõdetakse riigi jõukust, riigi motoriseerimise astet ja tema valmisolekut oma riigi kaitseks.

Need ajad ei ole veel kauges minevikus, kus naftatehased nägid bensiinis ainult tuleohtlikku lambipetrooleumi tootmise kaassaadust, millest igasugusel viisil püüti lahti saada. Bensiini edupäevad algasid autode levimisega. Auto ja bensiini saatusse tõi otsustava pöörde Pariisis 1894. a. korraldatud autode võistlus. Siitpeale algab autode kiire areng ja ühes sellega ka bensiini kiire levik, ning a. 1915, s. o. esimese maailmasõja päevil kõneldi juba tõelisest bensiininäljast. Sõjale järgnenud aastad märkisid uskumatu kiiret autotööstuse arengut, millega bensiini toodang ei jõudnud sammu pidada — saabus bensiini tootmise kriis; kuid sellest saadi üle — päevakorrale ilmus krakkprotsess ja krakkimistehased.

Enne krakkimismenetluse leiutamist andis näit. Kaukaasia nafta 1—5% bensiini. Praegu saab temast ca 30%. Enne esimest maailmasõda USA nafta otsesel destilleerimisel saadi keskmiselt kuni 10% bensiini, nüüd saadakse koos krakkbensiiniga ligi 50%. Krakkides põlevkivi-tooröli saadakse bensiini üle 30%. Tehniliselt on aga võimalik hüdreerimise, s. o. vesiniku lisamise abil kõrgrõhu all saavutada kaugelt suuremat bensiinisaaki — ca 70% tooröli kohta, ja ühtlasi vähendada tunduvalt bensiini erikaalu ja väävlisisaldust, kuid seda menetlust esialgu ei rakendata peamiselt vesiniku kalliduse tõttu.

13. Kütteõlid.

Tähtsamad põlevkivi-tooröli saadavad kütteõlid on: mootorpetrooleum, mootornafta ja diiselnafta. Need on samuti nagu bensiingi põlevkivi-tooröli krakktooted. Kõikidele põlevkivi mootorkütteõlidele on omane ühine tundemärk — nad süttivad raskemini võrreldes vastavate naftatoodetega, mille tõttu põlevkivi kütteõlidega võib töötada suurema kompressiooniga kui naftaõlide juures.

Kütteõlide väärtus ja küttevääruts oleneb nende erikaalust ja keemispiirist. Erikaalu suurenemisega ja keemispunkti tõusuga langeb kütteõlide küttevääruts, nagu nähtub tabelist:

Tabel 11.

Kütteõlid \ Näitarvud:	Erikaal 20°C juures	Keemispunkt	Küttevääritus Kcal
1. Mootorpetrooleum . .	0,82—0,85	150—260°C	10 500
2 Mootornafta	0,85—0,88	200—300°C	10 300
3. Diiselnafta	0,88—0,91	250—320°C	10 150

Kütteõlisid puhastatakse enne nende tarvitamist fenoolidest ja väävlisisaldusest, mida ei tohi kütteõlides olla üle 0,5%.

Põlevkivi-tooröli destilleerimisel on veel võimalik saada madala kvaliteediga määrdeõlisid; parema kvaliteediga määrdeõlisid võib toota põlevkivi kergeõlist nn. polümerisatsiooni teel. Polümerisatsiooniks nimetatakse mingi aine mitmete molekulide aheldamist aine suuremaks molekuliks. Seda menetlust on võimalik kasutada ka krakk-gaasidest bensiini ja raskemate õlide tootmiseks, kuid seni nii määrdeõlide kui ka bensiini saamist polümerisatsiooni teel meil tööstuslikult teostatud ei ole.

14. Põlevkiviasfalt.

Põlevkiviasfalti saadakse kas otseselt tooröli destilleerimisel või krakkvabriku jäägist nn. puhumise, s. o. õhu läbisurumise teel kõrgema t° (mitte üle 175° C) juures. Vastavalt läbipuhutud õhu rohkusele saadakse kas vedelaid, pehmeid või kõvu asfalte (bituumeneid).

Vedelaid bituumeneid, nn. puhutud raskeõlisid tarvitatakse peamiselt katusepapitööstuses ja teedeehituses, pehmeid — teedeehitusmaterjalina ja isoleerainena niiskuse vastu, poolpehmeid bituumeneid aga peaasjalikult asfalt-betoontöödel, kõvu — lakkide valmistamisel, niiskuse, kõla ja külma vastu, elektritarvete tööstuses jne. Kõige kõvemad bituumeni sordid lähevad kivisöe küttebrikettide tööstusele kivisöe, põlevkivi jne. tolmu sidematerjaliks. Põlevkivi-tooröli valmistatakse veel immutusõli ja fenolaati, pestes tooröli 5%-lise NaOH lahusega 50° C juures. Immutusõli sisaldab tavaliselt fenolaati kuni 20—30% ning ülejäänud osa vett. Immutusõli ja fenolaati tarvitatakse puu impregneerimiseks. Kuna põlevkivi-tooröli on ka antiseptiline toime, siis valmistatakse sellest veel viljapuu karboliineumi, mida tarvitatakse eduga taimekahjurite tõrjeks.

Põlevkivi-asfalt nagu nafta-asfaldidki kuulub kunstlikkude asfaltide hulka; nad kõik lõhnavad nende ainete järgi, millest neid on destilleeritud. Looduslik asfalt aga on vaigusarnane nafta teisend. Tal on meeldiv lõhn, teda saadakse näit. Süürias Surnumere ääres, Šveitsis, Sitsiilias jne. Praegusel ajal kunstlikud asfaldid on täiel määral asendanud loodusliku asfaldi.

15. Põlevkivi gaasistamine.

Neljanda stalinliku viisaastaku plaani ülesandeks on «taastada meie maa kannatada saanud rajoonid, taastada tööstuse ja põllumajanduse sõjaeelne tase ning ületada siis see tase tunduvas ulatuses». [1]

Rööbiti toodangu tõusuga käib taastamis- ja ehitamistöö, mille tulemusena ka Nõukogude Eesti kujuneb eesrindlikku tööstust omavaks vabariigiks. Võimsamaks tööstuskeskuseks areneb käesoleval viisaastakul meie põlevkivirajoon, kus on juba pandud alus viisaastaku suurimale üritusele — põlevkivi gaasistamisele.

Otse peale Isamaasõja lõppu otsustas Nõukogude valitsus ehitada Lenini linna gaasiga varustamiseks Leningradi oblastis ja Eesti NSV-s kolm suurt gaasitehast, rajada ja taastada nende põlevkiviga varustamiseks 24 põlevkivikaevandust ja ehitada gaasi juhtimiseks Leningradi 262 km gaasijuhtmestikku. Nimetatud kolm gaasitehast peavad tootma Leningradi vajaduste katteks 1200 milj. m^3 gaasi aastas ja saavutama selle taseme juba 1949. a. lõpuks.

Põlevkivi gaasistamise küsimus kerkib päevakorrale mitte esmakordselt; seda on uuritud juba varem. Nii näit. 1916. a. teostas prof. Volgis põlevkivi gaasistamise katseid Petrogradi Polütehnilise Instituudi gaasivabrikus kõrgetemperatuurilise kuivajamise menetlusel (1200° C). Analoogilisi uurimisi jätkati ka hiljem, s. o. 1931. a. Moskva ja 1934. a. Odessa gaasivabrikuis ning 1938. a. Leningradis.

Vene inseneride Troitski ja Konjajevi tööviis (1932. a.) 75% põlevkivi ja 25% kivisöe segu gaasistamisel, ning eriti insener Huhlovitš'i menetlus (1934. a.) Kesk-Volga piirkonnas Kašpiri põlevkiviga, ilma kivisöe lisandamiseta, näitavad, et tööviisi muutes on võimalik saada samatüübilisest generaatorist 2—3 korda rohkem gaasi õlisaagise arvel.

---

[1] N. Voznessenski, NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946—1950. Tallinn 1946, lk. 6.

Kuna aga seni Nõukogude Liidus põlevkivist küttegaasi tööstuslikus ulatuses toodetud veel ei ole, siis püstitab Kaitsekomitee määrus Leningradi gasifitseerimisest terve rea uusi probleeme ka meie põlevkivitööstusele, sest ka eesti teadlased ei ole sel alal nimetamisväärselt tegutsenud. Põhjuseks osutub asjaolu, et kodanlikus Eestis nõudmine põlevkivigaasi järele oli väga väike. Teiselt poolt õlitootmiseks konstrueeritud uttegeneraatorid ei võimaldanud küttegaasi saamist tööstuslikus ulatuses, uute katseseadeldiste ehitamine oleks aga nõudnud vastava kapitali investeerimist, mida kodanliku Eesti valitsusel ei olnud. Sellepärast jäi ka meil põlevkivi gaasistamise küsimus katsete järku. Vähesel määral on meil põlevkivi siiski gaasistatud, kusjuures selgus, et ta selleks sobib üldiselt hästi. Nii näiteks on meil põlevkivi gaasistamise katseid teostatud Tallinna gaasivabrikus, kusjuures saadi ühest kg-st põlevkivist 0,3 m^3 gaasi küttevääruse 2139,6 Kcal ühe kg põlevkivi kohta. Katseks tarvitati tükilist põlevkivi, kuna pulbriline põlevkivi osutus gaasistamisel kõlbmatuks selle tõttu, et soojus ei tunginud vajalisel määral retordis olevasse massi.

Seega on tükilise põlevkivi gaasistamine osutunud küll läbiviidavaks, kuid Tallinna linna gaasivabriku tööviis ning iganenud konstruktsioon oleks nõudnud liialt suurt ümberehitamist ja seoses sellega suuri kulusid.

Ka akadeemik prof. Kogermani katsetel on saadud tööstuslikus retordis ühest kg-st põlevkivist 0,28 m^3 gaasi küttevääruse 6000 Kcal m^3, mis on 1680 Kcal ühe kg põlevkivi kohta.

Peale selle on põlevkivi gaasistamist tööstuslikus ulatuses katsetatud veel Kohtla-Järve õlivabrikus ja mujal.

Nii näeme, et sel ajal kui põlevkivi kasutamine õliajamise otstarbel on arenenud edukalt ja on välja kujunenud kindlad seadeldiste tüübid, olgugi et meie õlitööstuse termilised kasutegurid on veel madalad ja ratsionaalne õlitootmise menetlus on veel ikkagi leiutamata, on põlevkivi gaasistamisel meie tööstused olnud seni väga tagasihoidlikud.

Seega tingituna meie põlevkivitööstuse suurejoonelistest ülesannetest seoses Leningradi tööstuse küttegaasiga varustamisega kerkivad üles mitte üksnes puhttehnoloogilised, vaid ka hoopis uued ökonoomilised küsimused, kuna põlevkiviga seotud tehnoloogiliste protsesside puhul pole veel kindlasti öeldud viimane sõna.

Kõikide põlevkivi gaasistamise menetluste juures tuleks aga arvestada kahte põhistaadiumi:

1) põlevkivi-tooröli, s. o. vedelate fraktsioonide tootmist, mis oma koostiselt ja omadustelt sarnanevad loomuliku naftaga;

2) primaarse põlevkivitõrva tootmist koos kõrge küttevääruse gaasiga ning madalalt keevate vedelaetistega, s. o. kõrgetemperatuurilist krakkimismenetlust.

Iga ahju, ka põlevkivi põletamiseks konstrueeritud ahju soojustehnilisi omadusi ja ökonoomsust määrab kütuse eelsoojendamise viis. Seni olevatest ahjudest on soojuse üleandmine lahendatud kõige ratsionaalsemalt tunnelahjus, sest siin eralduvad õliaurud ja gaasid aetakse põlevkivikihist läbi, neid läbimineku eel kuumendades; õliaurud võtavad enesesse ikka uusi ja uusi õlihulki, kuna see protsess kestab utmisrühmas pidevalt suletud ringis, — see asjaolu tõstab tunduvalt tunnelahju soojuse üleande koefitsienti.

Arvestades neid asjaolusid, esitavad akadeemikud Dubrovoi ja Vassalov järgmist põlevkivi gaasistamise skeemi. Põlevkivi utetakse tunnelahjus, saadud õliaurude ja gaaside segu enne selle kondenseerimist krakitakse ca 650° C juures. Õliaurude ja gaaside krakkimist teostatakse naftatööstuses tarvitataval nn. parafaasilisel krakkimismenetlusel, kusjuures ülekuumendatud õliaurud segatakse vähese hapnikuga ja puhutakse läbi reaktori. Hapnik soodustab reaktsiooni täiuslikkust, tõstes temperatuuri, mis võimaldab maksimaalset krakkimistoimet.

Selliselt toodetud gaasi lahjendatakse generaatori- või vesigaasiga. Arvestades eesti põlevkivi omapäraseid omadusi, selliselt toodetud küttegaasi tuleb väärtuselt lugeda võrdseks naftast toodetud gaasiga.

Ka 1946. a. novembris peetud Eesti NSV Teaduste Akadeemia nõupidamisel põlevkivi kasutamise kohta esitatud ettepanekud on enamasti inspireeritud kivisöe ja nafta uurimise ja töötlemise viisidest ning praksisest, nagu näiteks põlevkivi gaasistamine kivisöe vaakuummeetodi eeskujul.

Selle menetluse korral kaevatakse kaks töödeldava lademe alumise piirini ulatavat šahti, mis ühendatakse omavahel horisontaalse käiguga. Viimase keskel süüdatakse lademed põlema ja surudes ventilaatoriga ühe šahti kaudu alla õhku, saadakse teise šahti kaudu gaasi.

Selle meetodi paremuseks on asjaolu, et langevad ära kõik kulud, mis on seoses kaevetöödega. Samuti vabaneb tohutu hulk töökäsi. Kuid arvestades meie põlevkiviõlide tähtsust toorainena, tuleks põlevkivi maa all mitte gaasistada, vaid poolkoksistada, utta. Selles mõttes pakub huvi Rootsis kasutatav nn. ins. Ljungström'i menetlus. Selle viisi korral utmine toimub vahetult kaevanduses. Vajalik soojus tekitatakse elektrivoolu abil, mis juhitakse põlevkivikihti kahe 2″ läbimõõduga puurauku asetatud elektroodi kaudu.

Keskel asetsevast suuremast puuraugust tuleb välja allmaa utmisel saadud tooröli. Elektrienergia kulu on aga selle menetluse juures väga suur (ca 5000 kWh 1 t tooröli kohta), sellepärast see menetlus on tasuv ainult odava hüdroelektrijaamade energia olemasolul.

Üldkokkuvõttes peab märkima, et põlevkivi gasifitseerimine on täiesti võimalik, kuid seni on gaasitootmine tööstuslikus ulatuses tehnoloogiliselt teostamata. Selle üleliidulise tähtsusega probleemi lahendamisel me vajame Nõukogude Liidu vanemate uurimisasutiste abi, eriti teadusliku literatuuri ja noorte teadlaste ettevalmistamise osas. Lähim tulevik näitab, kuidas see küsimus lahendatakse. Juba on ehitamisel katsetehased Kohtla-Järvel ning on asutud torustiku ehitamisele gaasi juhtimiseks Leningradi.

16. Valgustusgaas ja gaasi tootmine gaasivabrikus.

Gaasilised kütused jagunevad: a) looduslikeks, nagu maagaasid, ja b) kunstlikeks, näit. generaatorigaas, vesigaas, kõrgahjugaas jt.

Looduslik gaas ehk maagaas on lokaalse tähtsusega, teda voolab maa seest välja eriti palju Bakuus, Pennsylvanias, Indianas jm.

Kunstlikku gaasi, mida tarvitatakse kütteks, valgustuseks ja tehnilisteks otstarveteks, tuntakse juba 18. sajandi lõpust. Esmakordselt saadi küttegaasi Inglismaal kivisöest kuivajamisel.

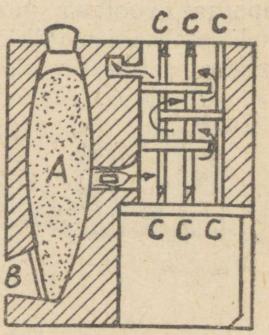
Generaatorigaasi saadakse generaatorahjudes, mida täidetakse kütteainega. Retorte valmistatakse harilikult raudplekist ja vooderdatakse seest tulekindlate kividega. Gaasi saamiseks võib tarvitada igasugust tahket kütteainet, näit. kivisütt, turvast, koksi, puusütt, põlevkivi jne. Kütuste kuivajamisel saadakse: 1) gaasi, mida tarvitatakse valgustamiseks ja kütteks, 2) vedelat aetist — tõrva ja 3) kõva jääki — koksi (tuhka).

Põlevkivi kuivajamisel valgustusgaasi tootmine toimub 1000° C kuumuses, ning siis saadakse märksa rohkem gaasi kui õlitootmisel (krakkimisel 500° C kuumuses), kuid samal ajal langeb vedelproduktide hulk ca 5%-ni põlevkivi kaalust ja selle põlevkivitõrva omadused erinevad tunduvalt krakkimisel saadava põlevkivi-tooröli omadustest. Üldjoontes võib öelda, et gaasivabriku põlevkivitõrv sarnleb keemiliselt kivisöetõrvaga. Kui meil hakatakse suureulatuslikult põlevkivist tootma valgustusgaasi, osutub põlevkivitõrv väärtuslikuks tooraineks keemiatööstusele, nimelt arstimite, lõhkeainete ja värvainete tootmise alal.

Gaasi tootmine gaasivabrikus jaguneb kolme peaossa: 1) gaasi saamine, 2) gaasi puhastamine ja 3) gaasi hoidmine.

Gaasi saamine.

Gaasiahjusid ehitatakse tavaliselt 4—6—8 ja rohkemast retortide arvust koosneva agregaadina. Retordid müüritakse ahju, kus neid ümbritseb leek. Ahju kütmine toimub generaatori kaudu (vt. joon. 12). Gaasiahi koosneb generaatorist *A*, mis on varustatud kaldrestiga *B*. Generaator täidetakse koksiga või mõne teise kütusega. Generaatoris oleva kütuse põlemisel tekkivad gaasid lahkuvad temast ning tõusevad joonisel nooltega osutatud suunas, kuumendades retorti *C*, kus toimub kütuse kuivajamine, ning lahkuvad suitsukanali kaudu korstnasse.



Joon. 12. Gaasiahju agregaat vertikaallõikes.

Kuivajamine retortides toimub ca 16 tundi, kusjuures t° hoitakse 1000—1200° C piires. Selles kuumuses retortides olev kütus hakkab lagunema ning tekib gaas.

Retortidest eralduv gaas sisaldab kasulikke, põlevaid ja kahjulikke, mürgiseid aineid. Kasulikud põlevad ained on: metaan CH_4, etüleen C_2H_4, atsetüleen C_2H_2 jt. Mürgised ained on süsihappegaas — CO_2, tsüaan $(CN)_2$, väävelsüsinik — H_2S, ammoniaak NH_3 jt.

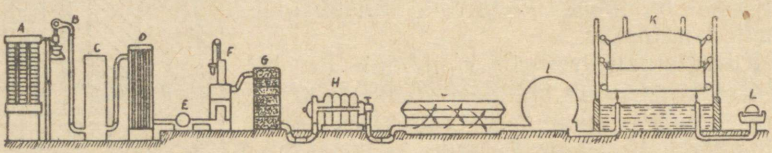
Enne gaasi tarvitamist tuleb teda puhastada kahjulikkudest, s. o. mürgistest ainetest.

Gaasi puhastamine.

Gaasi puhastamiseks (joon. 13) juhitakse retortidest *A* tulevad lenduvad tooted jämedasse veega täidetud torru ehk hüdrauliikusse *B*, kus eralduv gaas jätab vette tõrvollused ja jahtub kuni 70—80° C-ni. Edasi juhitakse gaas kondensaatoritesse (õhu- ja veejahutitesse) *C* ja *D*. Jahutites ammoniaak (NH_3) lahustub — saadakse ammoniaakvesi ja selle soolad; osaliselt lahustub ka süsihapugaas — CO_2 ja väävelvesinik — H_2S. Kondensaatorites langeb gaasi t° 15—30° C. Siit gaas tavaliselt pumbatakse erilise pumbaga *E* edasi erilisse aparaati *F*, kus toimub tõrva kogumine. Tõrvakogujast suunatakse gaas läbi niiske koksi — skrubberite *G*, millega puhastatakse gaas lõplikult väävelvesinikust jt. Edasi pumbatakse gaas läbi rea puhastajate *H*, kus toimub korduv gaasi pesemine mitmesuguste vedelikkudega, nagu vasevitrioli vesilahus

($CuSO_4$), kivisöetõrvaõlid jne., ning lõpuks veega. Sellega vabastatakse gaas tsüaanist ja tema ühenditest. Pesijaist juhitakse gaas nn. puhastuskastidesse *J*. Puhastuskastid on õhukindlad ning omavahel ühendatud; puhastuskastide riiulitele asetatakse rauahapendi hüdraati — $Fe_2(OH)_3$ ja niisket kustutatud lupja — $Ca(OH)_2$. Need ained absorbeerivad gaasist väävli — S.

Täiesti puhastatud gaas juhitakse läbi gaasimõõtja (gasomeetri) *I* gaasihoidjasse (gaasimahutisse). Gaasimõõtja (gasomeeter) on aparaat voolava gaasi hulga kindlaksmääramiseks. Gaasihulka mõõdetakse kas liikuvate mõõtmisabinõudega (hulgamõõtjad), või määrates gaasi voolamiskiirust kalibreeritud torudes.



Joon. 13. Gaasipuhastamise skeem.

Gaasi hoidmine.

Gaasihoidja (gaasimahuti) *K* on seade gaasi kogumiseks ja hoidmiseks. Ta koosneb kivist, betoonist või rauast ehitatud ja veega täidetud ruumist ja selles asetsevast kuplisarnaselt needitud raudplekk-kehast. Tühjas gaasihoidjas ulatub vesi kupli laeni. Gaasi juhtimisel kupli alla see täitub ja gaas tõstab oma rõhuga kupli üles. Kupli ümberkukkumist takistavad juhtseadmed, mille abil kuppel libisedes ühtlasi üles kerkib. Gaasi juurde- ja äravool toimub eraldi torude kaudu. Gaasi tihendiks on enamasti vesi. Kui on vaja koguda vees lahustavaid gaase, näit. ammoniaaki, siis kaetakse veepind kupli all paksu õlikorraga. Gaasihoidjad mahutavad tavaliselt 10—30 tuh. m^3 gaasi. Gaasihoidjast gaas juhitakse tarbimiskohta regulaator *L* kaudu. Ühest kütuseühikust toodetava gaasihulga suurendamiseks ning valgustusgaasi lahjendamiseks kasutatakse vesigaasi. Vesigaasi valmistatakse eri generaatoris, kus läbi hõõgkuumade süte juhitud veeaur kõrgel temperatuuril (üle 1000° C) laguneb ning tekib vesigaas:

$$C + H_2O \rightleftarrows CO + H_2.$$

Madalamal temperatuuril käib reaktsioon osalt teisiti: $C + 2H_2O \rightleftarrows CO_2 + 2H_2$. Vesigaasi valmistamine vajab koksi või antratsiiti. Töökäik vesigaasi tootmisel on perioodiline: korduvalt puhutakse

läbi söekihi õhku, mille tõttu söekiht hakkab tugevasti hõõguma (1—2 min.), mida nimetatakse kuumaks käiguks; sellele järgneb 6—8-minutiline ülekuumendatud auru läbipuhumine, s. o. külm käik ehk gaseerimisperiood. Vesigaas on (CO-sisalduse tõttu) mürgine ja lõhnata gaas; sisaldades generaatorigaasist rohkem vesinikku (H) on ta sellest poole kergem:

1 m³ vesigaasi kaalub ca 670 g,
1 m³ generaatorigaasi kaalub ca 1250 g.

Vesigaas segatuna generaatorigaasiga moodustab nn. segagaasi. Kaasajal toodetakse vesigaas enamasti generaatorigaasist eraldi. Teda kogutakse erilistesse gaasihoidjatesse ning enne tarbimiskohale juhtimist segatakse generaatorigaasiga erilises gaasimahutis; sellega saavutatakse võimalus tarbegaasi (segagaasi) põlemissoojuse t° reguleerimiseks.

Valgustusgaasi erikaal kõigub 0,4—0,7. Suurema erikaaluga gaas sisaldab rohkem põlevaid aineid, kuid ühes sellega annab gaas ka rohkem suitsu. Selle gaasi küttevääртus on keskmiselt 4500 Kcal/m³; 1 t kivisütt annab ca 300—400 m³ gaasi. Kui õhus on 5—10% gaasi, võib ta kergesti plahvatada.

17. Tallinna gaasivabrik.

Tallinna gaasivabrik on üks vanimaid Baltimaadel. Ta on ehitatud 1865. a., s. o. üle 80 aasta tagasi, ning koosneb kahest osast: valgustusgaasi ja vesigaasi osakonnast. Viimane on juurde ehitatud hiljem, nimelt 1907. aastal. Gaasivabriku seadmed on kohaldatud kivisöe gaasistamiseks ja küttekolded koksi põletamiseks. Vabrik oma konstruktsioonilt ja gaasisaamise menetluselt on vananenud ega vasta enam moodsa tööstustehnika nõuetele, näiteks: retordid asuvad ahjus mitte vertikaalselt, vaid horisontaalselt, nende täitmine kütusega ning koksist (tuhast) tühjendamine toimub mitte mehaaniliselt, vaid käsitsi, mis tekitab palju tolmu, tahma ja suitsu. Aja jooksul on vabriku asukoht kujunenud ebamajanduslikuks, kuna praegu asudes meie kütterajoonist (Kohtla, Kiviõli jne.) kaugel, kütteaine juurdevedu tõstab tunduvalt toodetava gaasi omakulu. Asudes Tallinnas linna elektrijaama naabruses, on meie gaasivabrik linna väljaehitamise ning laienemisega sattunud linna keskrajooni, mis linna korrashoiu, puhtuse kui ka sanitaar-tervishoiu seisukohalt on lubamatu.

Gaasivabrik koosneb tööstushoonest, kuhu on asetatud gaasitootmise ahjud; igas ahjus on seitse horisontaalretorti. Kui vanasti

gaasi saamiseks tarvitati peamiselt kivisütt, siis põlevkivi kui kütteaine tarvitamisele võtmisega toodetakse nüüd valgustusgaasi kivisöe ja põlevkivi segust. Selleks täidetakse iga ahju seitsmest retordist viis kivisöega ja kaks põlevkiviga. Gaasistamisprotsess retortides kestab keskmiselt 6 tundi, mille järel need tühjendatakse ja retordi jääk — koks — tarvitatakse ahjude küttekollete kütteks.

Gaasi tootmine toimub teatavasti 1000—1100° C juures, kusjuures 35—50% kütuses olevast orgaanilisest ainest söestub, andes kergesti lenduvaid produkte; gaasitootmise kõrvalproduktina saadakse veel tõrva, keskmiselt 400—600 kg päevas.

Vaatamata sellele, et põlevkivigaasi küttevääртus on kivisöegaasi küttevääртusest kõrgem (kivisöegaas 5800 Kcal, põlevkivigaas 7100 Kcal), pole seni veel õnnestunud olemasolevates retortahjudes toota küttegaasi ainult põlevkivist, peamiselt järgmistel põhjustel:

a) põlevkivil on suur niiskuse % (15—20%),
b) põlevkivil on suur tuhasisaldus (30—37%),
c) põlevkivikoks ei kõlba retortahjude küttekollete kütteks.

Tingituna sellest osutub põlevkivist saadava küttegaasi hulk (gaasikogus põlevkivi ühikust) niivõrd väikeseks ning gaasi küttevääртus madalaks, et neid tulemusi ei saa pidada küttetehnika seisukohalt vastuvõetavateks. Nii näit. üks tonn põlevkivi 1050° C juures annab ca 300 m^3 gaasi, s. o. sama palju kui kivisüsigi, 800° C juures aga juba tunduvalt vähem — ca 200 m^3. Kivisöe tarvitamise paratamatuseks ja eeliseks on veel see asjaolu, et kivisöe gaasistamise jääk — koks — evib veel suurt põlemisväärtust, ca 6500 Kcal, mida otse peale retortide puhastamist tarvitatakse retortahjude küttekollete kütteks, kuna aga põlevkivituhk jääb kasutamata ning rändab tuhamäele; ka põlevkivi põlemissoojus (ca 3500 Kcal) on märksa madalam koksi põlemissoojusest ning ei võimalda retortahjudes hoida gaasistamisprotsessiks vajalikku temperatuuri, s. o. 1000—1100° C. Need asjaolud teevadki kivisöe tarvitamise gaasivabrikus praeguste gaasistamiseks olemasolevate seadeldiste juures paratamatuks.

Põlevkivist toodetud valgustusgaas sisaldab mürgiseid aineid (CO, H_2S, $(CN)_2$, S-ühendid jne.) nagu kivisöestki saadud gaas. Gaasi puhastamiseks juhitakse teda läbi rea hüdraulikute, skrubberite ja puhastuskastide eespool toodud skeemi kohaselt. Absorbeerivate ainetena puhastuskastides tarvitatakse rauarooste ja rauahüdroksüüdi segu ning rauarikast rabamulda.

Kõrvalproduktina saadakse gaasitootmisel tõrva, mida eraldatakse gaasist erilises seadmes. Aastas saadava tõrva kogus on ca 150—200 tonni.

Gaasi hoidmiseks on Tallinna gaasivabrikul kolm gaasimahutit: valgustusgaasi, vesigaasi ja segagaasi säilitamiseks. Suurim neist on segagaasimahuti, mahuga 1000 m^3.

Vabriku poolt toodetava valgustusgaasi küttevääartus on keskmiselt 6500 Kcal/m^3, mida aga tarbimiskohta juhtimiseks alandatakse 4500 Kcal/m^3 vesigaasi juurdelisamisega.

Tallinna gaasivabriku segagaasi peamisteks tarbijateks on tööstusettevõtted, nagu: klaasivabrikud, trükikojad (valutina sulatamiseks), patareitööstus «IKA», keemilised laboratooriumid, haiglad, Tallinna Polütehniline Instituut, pagarid, kohvikud. Gaasi tarvitatakse veel linna valgustamiseks ja kütteks linna majades.

III peatükk.

TURVAS.

1. Turba osatähtsus Eesti NSV rahvamajanduses.

Meil laialt esinev loodusvara turvas on üldiselt kütusena tuntud juba ammu. Juba vana rooma ajaloolane Tacitus kirjutas turbast kui kütusest.

Enne esimest maailmasõda Eestis ei tuntud kütuste puudust, kuna tööstus, raudteetransport ja laevad olid varustatud kivisöega või vene kütteõliga. Ainult seal, kus metsa oli vähe ja seda hoiti, tegi põllupidaja endale nn. labidaturvast. Kuid on teada, et Pärnumaal Jõõpre talumehed juba 80 aastat tagasi tootsid turvast peale omatarviduse ka müügiks ja vedasid seda sissetuleku hankimiseks Pärnu linna.

Eesti kodanlik valitsus asus aga seisukohal, et Eesti kliima ei võimalda valmistada kütteturvast, ja pealegi on meil ju metsa küllalt. Otse peale nn. kodanliku «iseseisvuse» väljakuulutamist algas meil terav kütuste puudus. Seda põhjustas asjaolu, et tööstustes, raudteedel ja majapidamiseks tarvitati kütusena peamiselt küttepuid, mistõttu puude tootmine ei suutnud pidada sammu suurenevate nõudmistega.

1919.—21. a. moodustas puitküte kogu tööstuse ja raudteede üldkütuse tarvitusest ca 90%, kuna ainult ülejäänud 10% ulatuses tarvitati turvast, põlevkivi, kivisütt jms.

Kodanliku Eesti katastris turbasood olid isegi arvatud kõlbmata maade hulka ning, tõsi küll, Eesti maastiku üldpildis turbasood pole just eriti meeldivad kohad. Nad rikuvad oma kidura taimestikuga ja vesise maaga looduse üldist rõõmsat pilti ja on nagu viletsuse ja vaeva sümbolid. Selline oli üldine väljakujunenud vaatekoht, sest meie ei tundnud ega tunne praegugi veel põhjalikult turba ja turbarabade rahvamajanduslikku väärtust.

Sellise metsalaastamise röövpoliitika tulemusena on meie metsi aastakümnete jooksul raiutud kaugelt rohkem tema loomulikust juurdekasvust. Metsade kiire vähenemine sundis kodanlikku valitsust vähendama halupuude tarvitust ja asendama seda osalt turba ning põlevkiviga. See oli aga raskendatud, kuna turbatootmine oli väike, põlevkivi kütusena aga uudne, omadusilt suurelt erinev varemtarvitatud kütustest, vajades erilisi põletamistingimusi ja koldekonstruktsioone.

Et vältida seoses küttepuude vähenemisega ülepääsmatuid raskusi, loodi 1936. a. kütuste-turu korraldamise komitee, mille ülesandeks oli küttemajanduse radikaalne reformimine ja plaanikindel ümberkorraldamine, kuna küttebilansi pearaskus lasus ikka halupuudel ja nimelt: 1935/36. a. tarvitatavate kütuste kogus oli järgmine:

puuküte	66,5%
turvas	6,3%
kivisüsi ja koks . .	7,2%
põlevkivi	20,0%
Kokku:	100,0%

Neist andmeist nähtub, et teiste kütuste kõrval oli puude tarvitus eriti suur, kuna turba tarvitus oli suhteliselt väga väike, kattes üldküttekulutusist ainult 6,3%. Kuigi 1936. a. koostatud küttereformi kavas oli turbaküttele ette nähtud 27% kogu meie küttetarvidusest, ei ole me tegelikult seni üle 10% turbakütte jõudnud.

NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise 1946—1950. a. viie aasta plaani seaduse punkt 122 näeb ette Eesti NSV osas: taastada ja tegevusse rakendada turbatööstusi tootmisvõimega 220 tuh. t ja ehitada turbabriketitehaseid tootmisvõimega 50 tuh. t.

Eriti suurt osatähtsust evib turvas energia-allikana kahele meie suuremale elektrijõujaamale, Ellamaale Põhja-Eestis ja Ulilale Lõuna-Eestis, millede kaudu antakse maale elektrivalgust, pannakse käima vabrikud ja käitised, veerema rongid ja trammid. Teiselt poolt turvas kütusena säästab puitu, mida ahjus põletamise asemel on võimalik kasutada elamute ehitamiseks ja väärtusliku toormaterjalina tööstuses.

Selleks, et kindlaks määrata meie aastane normaaltarvidus kütteturba alal, peaksime teadma, millise osa aastasest kütteainete kogusest kavatseme katta turbaga. On arusaadav, et kogu maa tarviduse rahuldamiseks kohalike kütteainetega peaksime kütte-

turba tootmise lähemail aastail tõstma mitmekordseks. Selleks on meil piiramatud võimalused, sest kui mõtelda turbale, mida meie «põlatud» sood sisaldavad, meelde tuletades, et üks hektaar keskmise sügavusega turbasood võib küttemajanduses asendada 30 hektaari keskmist metsa, siis selgub, millised tohutu suured varandused peituvad meie kodumaa turbasoodes.

2. Turbasoode tekkimine ja nende liigitus.

Niisugustes kohtades, kus kliima- ja pinnatingimused soodustavad pinnas liigse niiskuse ja suhteliselt madala temperatuuri püsimist ka suvekuudel, on takistatud surnud orgaanilise aine kiire lagunemine (mädanemine); orgaanilise aine jäänused moodustavad seal niiskusega küllastatud kogused ja panevadki aluse turba ning turbasoo tekkimisele. Seega on turbaraba kasvamise eelduseks maastiku veekindel põhjakiht, kuid ka ilmastik ja geograafiline asend. Soojus ja päike raskendavad seisva veekogu tekkimist ja seega ka raba kasvu. Mida rohkem ekvaatori poole, seda väiksemad, mida rohkem põhja poole, seda enam ja seda suuremad on rabad.

Nii näiteks eri maailmaosades kindlakstehtud turbasoode pindalale langeb:

Euroopa	537 056 km²
Aasia	412 708 „
Ameerika	132 560 „
Austraalia	60 „

Turba tekkimise protsess ise ei ole teaduslikult seni veel lõplikult läbi uuritud. On kindlasti teada, et turba tekkimise eeltingimuseks on vastava keskkonna veega küllastumine ja sellega vaba õhu juurdepääsu sulgemine taime- ja loomariigi surnud jäänustele. Uuema keemiateaduse seisukohalt on turvas noor kivisüsi, mis tekib nagu kivisüsigi taimedest. Taimmasside muutumisprotsess on kivisöes juba lõppenud, turbas aga kestab veel. Turvastumisprotsessi põhierinevus mädanemisprotsessist seisneb selles, et takistatud õhu juurdepääsu juures surnud orgaaniliste ainete jäänuste lagunemine aeglustub ning orgaaniline mass järk-järgult söestub.

Turvastumisprotsessis ei etenda mikroorganismid eriti suurt osa, sest turbas ei ole nendel soodsat arenemispinda.

Ilma turba tekkimise tingimusi ligemalt selgitamata jääb turba mõiste tumedaks, kuna seni ei ole suudetud turbale anda üksmeel-

set teaduslikku definitsiooni; lühidalt aga võiks öelda, et turvas on sootaimede muundumise saadus, mis tekib taimede kasvamiskohas erilistes tingimustes.

Rabade järgi, millest turvas on võetud, liigitatakse teda kõrgraba-, madalraba- ja üleminekuraba-turbaks.

Kõrgraba-turvast nimetatakse veel sammalturbaks, kuna tema koosneb toiteainete poolest vähenõudlikest taimedest, nagu sammal, kanarbik, villrohi jt. Need seovad palju vett ja kasvavad kiiresti.

Kõrgraba pind on kumer (keskpaiga poole tõusev) ja raba sügavus kuni 15 m. Meie rabade noored samblakihid ei kõlba põletusturba valmistamiseks, annavad aga väga head alusturvast. Vanematest kihtidest aga, mis on kõdunenud ja turvastunud tihedaks massiks, saab töödelda head kütteturvast.

Meil on seni lähemalt uuritud rabadest sügavaim Jõõpre (Pärnumaal), ulatudes Lavassaare lähedal 10 m-ni. Tuhka on kõrgrabas vähe, sest ümbruskonna veed ei küüni teda üle ujutama ega saa seal sadestada suuremaid koguseid mineraalaineid.

Madalrabad tekivad seal, kus jõed või järved ujutavad maad üle. Need rabad koosnevad toiteainete poolest nõudlikumaist taimedest, nagu pilliroost, kõrkjaist ja teistest sootaimedest. Madalraba pind on tavaliselt lame, harvemini taldrikukujuline, turvas aga alatiste üleujutiste tõttu tuharikkam kui kõrgrabas. Vaatamata suurele tuhasisaldusele on ta ümbertöötatult kõrgeväärtuslik kütus. Kuivalt on ta rabe ja kergesti purunev.

Üleminekuehk segaraba-turvas koosneb osalt kõrg-, osalt madalrabast, s. o. okaspuu- ja lehtmetsa taimestiku jäänustest kui ka sammalollustest. Siin on olnud kasvutingimused soodsad kord ühele, kord teisele taimeliigile. Selline turvas on töödeldult kõrge küttevääruusega. Et aga see turvas sisaldab palju turvastunud lehtpuuollust, siis on ta kuivanult rabe, mistõttu turbapätsid kipuvad kuivades murenema. Sellepärast tuleb tema kuivatamist teostada äärmiselt ettevaatlikult.

Ülalöeldust on selge, et nimetuse madal-, üleminekuvõi kõrgsoo- saab raba sellest, millise sootüübi taimestik on pinnal ülekaalus. On endastmõistetav, et teatud momendil näiteks kõrgsoona märgitud turbarabas võivad esineda nii kõrg-, sega- kui ka madalraba turbaliigid.

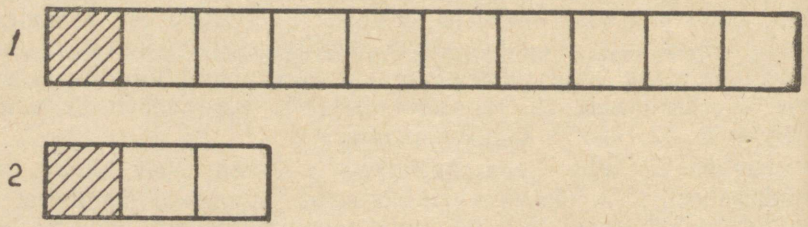
Ka mineraalmaadel võivad turbarabad tekkida mägede nõlvakuile ja mujale, kus maapinnale väljatulevad allikad loovad liiga niiske ja külma keskkonna. Sagedam turbamassiivide tekkimine mineraalmaadel toimub aga metsades. Metsaaluse pinnas on päi-

kese kiirte eest suuresti varjatud, mis loob jaheda ja niiske keskkonna, kuhu asuvad eriti niiskust armastavad taimed, mis katavad kogu pinnase, takistades niiskuse auramist. Edaspidi need vesitaimed tõrjuvad välja teised ning nende asemele levib turbasammal. Selle tekkimisega jääb puittaimede elu ja kasv kängu; üksteise järel hakkavad välja langema lehtpuud, siis kuusk, ja lõpuks jääb püsima vaid kidur soomänd. Endise metsa asemele on tekkinud tüüpiline kõrgsoo.

3. Turba koostis ja varud.

a) Koostis.

Turvas erineb teistest maapõuest kaevatavatest kõvadest kütustest, nagu kivisöest, pruunsöest ja põlevkivist selle poolest, et turvas toorturbana maapinnalt väljavõtmise järel ei ole otse-



Joon. 14. Veesisaldus turbas. 1 — Toor — 90%-lise veesisaldusega turvas; 2 — õhukuiv turvas, millest on kõrvaldatud ca 7 osa ehk 77% algveest.

kohe kõlblik kütusena tarvitamiseks, kuna soost väljakaevatud toores turvas sisaldab tavaliselt väga palju vett — 88—94%. Toore turba kuivatamisel õhu ja päikese käes aurab temast suurem osa niiskust välja ja seejärel nimetatakse teda õhukuivaks turbaks. Õhukuiv turvas sisaldab siiski veel 25—33% niiskust.

Kui turvast kuumendada 105° C juures püsivkaaluni, siis temas leiduv niiskus aurab täielikult ning saadakse absoluutselt kuiv turvas. Selliselt saadud turba kuivaine koosneb orgaanilisest ja mineraalsest osast. Orgaanilise osa moodustavad: süsinik (C), vesinik (H), hapnik (O), lämmastik (N) ning väävel (S), ja mineraalse osa

— mitmesugused raua-, alumiiniumi- ja teiste metallide hapendid, mis peale põletamist annavad tahke jäägina tuha.

Koostise poolest turvas seisab puu ja kivisõe vahepeal:

	C%	O%
Puu	50	44
Turvas	60	32
Pruunsüsi	65	30
Kivisüsi	80	15
Antratsiit	95	3

Mida vanem on küttematerjal, seda enam on temas süsinikku ja seda vähem hapnikku. Sellest tuleb järeldada, et sügavamas turbakihis on süsiniku-% suurem kui pealmises. Pealmises kihis surnud taimestik on turvastunud veel vähe ning süsiniku-% on peaaegu võrdne puu omaga. Mida sügavamale, seda vanem on taimestik, seda rohkem on ta turvastunud ja ühes sellega kasvab ka süsiniku-%:

	Raba sügavus m.		
	0,5 m	3,5 m	7,0 m
süsinik (C) . . .	56	58	61
hapnik (O) . . .	35	34	31

Turba suhteliselt suurema hapniku- ja väiksema süsinikusisaldusega on ka seletatav, miks turvast on kergem süüdata kui näit. kivisütt, kus hapnikusisaldus on hoopis väiksem kui turbas. Vesinikusisaldus turbas kõigub 5,0—6,5% ulatuses. Lämmastiku rohkus on üksikuis turbaliikidęs erinev — 0,4—4,0%, mis on seletatav turvastumisprotsessi erineva arenemisega madal- ja kõrgsoodes. Lämmastiku kõrge % tõttu on madalsooturbad põllumajanduses otsitud väetisained. Lämmastikusisaldus madalsooturvastes kõigub 2—4%, kõrgsooturvastes aga 0,4—2,5% piirides.

Väävlit esineb turbas alati. Ta tekib osalt valkusid sisaldavate orgaaniliste ainete lagunemisel, osalt aga mineraalse päritoluga sulfaatide näol, mida kantakse väävliga rikastatud põhjavete kaudu turbasse. Madalsooturbad on väävlisisalduselt (0,25—1,50%) rikkamad kui kõrgsooturbad (0,12—0,24%).

Turba mineraalosa — tuha — koostise moodustavad kaalium, magneesium, kaltsium, raud, alumiinium, fosfor, räni, naatrium jne.

Üldiselt võib märkida, et turvast tekitava taimestiku botaaniline koostis ei muuda kuigi palju turba orgaanilise osa koostist. Viimane on olenev peamiselt turba lagunemisjärgust.

b) Varud.

Turbarabade all on Eesti NSV-s endise Eesti Rahvusliku Jõukomitee andmeil 517 üksikut turbasood üldpinnaga 6768 km² ehk ca 14% vabariigi pindalast. Rabastumise poolest on ENSV maailmas teisel kohal, esimesel kohal on Soome, millele viitab selle maa nimigi (suo — soome keeles raba). Geoloogilised tingimused põhjas ja läänes on meil raba tekkimiseks soodsamad kui lõunas ja kagus, seepärast asetsevad meie suuremad rabamassiivid ka põhjas ja läänes, kuna kagu on rabade poolest vaene. Domineerivad kõrg- ja segarabad, madalrabu on vähem. Kui vaadelda turbarabade jaotust maakondade järgi, siis tuleb nentida, et turbasoode poolest rikkaim on Pärnumaa ja vaeseim Saaremaa. Saaremaa kõrval on turbasoode poolest vaesemaid nurki veel Hiiumaa.

Pärnumaa suuremate turbasoode kõrval on protsentuaalselt soostunumaid piirkondi Viru maakonna idapoolne osa — Peipsi järve ja Soome lahe vaheline maa-ala Narva jõest kuni Rakvereni. Soostumise piirkond on katkestatud Pandivere kõrgustikuga, jätkub aga sealt edela suunas edasi üle sooderikka Järvamaa kuni Kasari jõeni.

Enamik meie turbarabadest oma pindalalt ei ole suuremad kui 5 km². Turbasoid ca 200—100 km² pindalaga on üksikuid, nagu:

1. Jõõpre soo Pärnumaal . . . . . 223 km²
2. Suursoo Harju- ja Läänemaal . 138 „
3. Kuresoo Viljandimaal . . . . . 98,5 „
4. Võlla soo Pärnumaal . . . . . 82,5 „

Tööstuslikult uuritud ja kasutatavaid turbasoid on meil ca 385 km², kuid sel kombel ei ole kaugeltki kõik ENSV turbarabad veel võetud arvele.

See arvestus ei pretendeeri suurele täpsusele, kuid ta näitab seda, et meie turbavarud on väga suured ja meie ega meie järeltulijad ei tarvitse kannatada küttematerjali puuduse all. On ilmne, et täpsemate andmete saamiseks turbarabade kohta on vaja kiiremalt teostada turbalademete inventeerimist. See olekski turbasoode suhtes üheks lähema viisaastaku ülesandeks.

4. Meie turbatööstuse arenemislugu.

Ülalmainitud põhjustel (vt. lk. 71) algas meil peale esimest maailmasõda terav kütteainete puudus. See puudus soodustas turbatööstuse elavnemist ja kasvamist. 1922. aastal asutas Eesti kodan-

lik valitsus riikliku ettevõtte — Riigi Turbatööstuse — turbarabade ekspluateerimiseks; ka paljud eraettevõtjad mahutasid palju raha turbatööstustesse, lootes sealt saada suurt kasu.

Riigi turbatööstusele kuulusid 3 suuremat turbatööstust: Ellamaa, Aruküla (mõlemad Harjumaal) ja Lavassaare (Pärnumaal). Harku raba kasutas vangimajade peavalitsus. Eraturbatööstustest suuremad olid Ulila, Sindi, Kreenholmi, Tallinna, Lehtse ja Pääsküla. Hiljem asutati juurde rida teisi väiksemaid, nagu Kiltsi, Aegviidu, Rakke, Püssi jt. turbatööstused.

Kuid turbatööstuse arenemise suuremaks pidurdajaks osutus ikka suurenev metsade laastamine. Et seejuures vabaneda tekkivast suurest küttepuukogusest, paisati see turule odava hinnaga ja raielankide arvu suurenemisega langesid müügihinnad järjest. Võistlusvõime säilitamiseks kütteainete turul pidi vastavalt langema ka turbahind. Need tööstused, mis ei olnud rajatud küllalt otstarbekalt ega ratsionaalselt, varisesid kohe kokku, kuid raskustesse sattusid nad peaaegu kõik.

Sattunud ülepääsmatuisse raskustesse, asus kodanlik valitsus 1935/36. a. kütuste turu ümberkorraldamisele; loodi nn. kütusteturu korraldamise komitee, lubati metsa kasutada ainult selle normaaljuurdekasvu ulatuses jne.

Eri probleemi moodustas tööjõu ja mehhaniseerimise küsimus. Tarvitusel olevad elevaatormasinad nõudsid palju tööjõudu, tööliste palga- ja töötingimused turbatööstustes olid turbatootmise kõrge omahinna ja nõrga võistlusvõime tõttu väga halvad; kuna aga põllutöö ja turbatööstuse hooajad ühtusid, siis tekitas tööliste leidmine suuri raskusi. Sellest tingitult otsustati loobuda uute suuremate tööstuste rajamisest elevaatormasinatega.

NSV Liidu teistes vabariikides, kes omavad suurimaid turbatööstusi maailmas ja kus praegu kütteturba valmistamisel on tarvitusel kõik mõeldavad viisid, kehtivad 1000 t õhukuiva kütteturba valmistamiseks järgmised normid:

Tabel 12.

Valmistades 1000 t	on tarvis töölisi	omahind pro t
Elevaatormasinaga .	16—18	Rbl. 23.—
Freesturvas	3—5	„ 11.—
Hüdroturvas	8—9	„ 20.—

Sellest näeme, et kõige rohkem tööjõudu nõuab just elevaatormasina viis, kuna freesturba valmistamiseks läheb tarvis töölisi 4 kuni 5 korda vähem.

Võeti tarvitamisele abinõud seniste masinate toodangu suurendamiseks ning äärmise pingutusega ning tänu heale suvele 1936/37. a. valmistati 11 suurema tööstuse poolt 335 700 m³ ehk 55% võrra rohkem eelmise aasta toodangust (216 815 m³), mida aga ei saa normaalseks pidada eespooltähendatud põhjusil.

Labidaturba kohta puuduvad usutavad andmed, kuid seda on hinnatud ligikaudselt 35 000 m³.

Maksimaalne turba tootmine moodustas enne Suurt Isamaasõda 230 tuh. t kütte- ja 300 tuh. t aluspõhuturvast, üldiselt aga üle 4 miljoni m³ toor- ehk 400 tuh. m³ õhukuiva kütte- ja aluspõhuturvast meil seni toodetud ei ole.

Praegusel ajal teostatakse Eesti NSV-s turbarabade ekspluateerimist väga mitmesuguste keskasutiste ja ettevõtete poolt. Nii näit. meie suuremad turbatööstused, nagu Ellamaa ja Ülila, kuuluvad «Eesti Energiale». Suur osatähtsus vabariikliku alluvusega turbatoodangust langeb meie Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeeriumi turbatööstustele, kelle majandada on Lavassaare, Lehtse, Aruküla turbatööstused ja Tootsi briketivabrik. Terve rida tööstusi on Kommunaalministeeriumi ning ka kohalikkude täitevkomiteede käsutuses.

Rahvamajanduse taastamise viie aasta plaan näeb ette meie turbatööstuse toodangu pidevat kasvu. 1950. a. ainuüksi liidulise alluvusega turbatootmine ulatub 319 tuh. t-le. Kohaliku alluvusega turba toodangust annab ettekujutust järgmine tabel:

Tabel 15.

Turbatoodang (1000 tonnides).

	1940. a.	1945. a.	1946. a.	1950. a.	Tõus %-des võrreldes 1945. a.
Turbatoodang kokku: .	236,8	180,0	343	665	239
masinaturvast	161,8	139,5	243	415	297
freesturvast	75,0	40,5	100	250	617
sellest briketti . . .	32,6	22,1	30	100	455

Seega 1950. a. toodetakse meil 665 tuh. t vabariikliku alluvusega turvast, peale selle on ette nähtud ehitada uus briketivabrik ja laiendada Tootsi vabrikut.

5. Turba tootmine ja töötlemine.

Turvas on meil seni leidnud kasutamist peamiselt suuremate elektrijaamade kütusena ning teataval määral ka hoonete ja elamute kütusena nii maal kui ka linnas.

Liigitatult tootmisviiside järgi on meil levinud turba tootmine:

1) P ä t s t u r b a n a:
   a) lõigatud ehk labidaturbana ja
   b) masinturbana.

2) F r e e s t u r b a n a.

Juba möödunud sajandi 70. aastatest on meil turbaga vähesel määral köetud piiritusvabrikuid, kütteturba valmistamise mõte masinate abil aga tekkis läinud sajandi keskpaiku. Sel teel loodeti tõsta turba kvaliteeti ja alandada hinda. Esimesed katsed sei alal tehti Eestis Sindi vabrikus Pärnumaal 1861. a. ja Eesti andis esimesed õppinud turbameistrid ka Venesse, kelle turbatööstus on praegu teatavasti maailmas esikohal. Katseks tarvitati Sindi vana telliskivi-vormimismasinat. Sääraseist katseist arenes aastate jooksul ajakohane turbamasin, nagu neid üldiselt tänapäeval tuntakse.

1. Pätsturvas ehk tükkturvas.

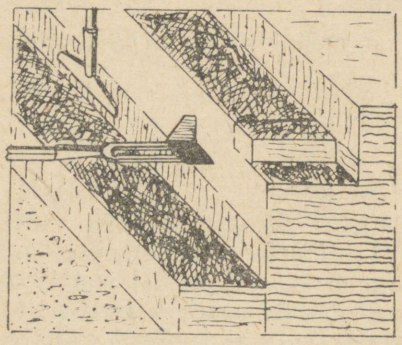
a) L a b i d a t u r v a s.

Küllaldaselt kõdunenud ja otstarbekalt kuivatatud labidaturvas on hea kütteaine. Lõigatud ehk labidaturba tootmine toimub kas käsitsi (inimjõul) või vastavate lõikemasinatega. Käsilõikus jaguneb püst- ja rõhtlõikuseks (horisontaal-lõikus). Püstlõikusega on kohane lõigata sitket turbamassi. Turbalõikaja on suuteline välja lõikama püstlõikusel ca 12 ja rõhtlõikusel 6—8 m^3 turbamassi 10 tunni jooksul. Sõltuvalt turba tihedusest üks m^3 labidaturvast kaalub 130—150 kg.

Turba-lõikemasinaid meil veel seni tarvitatud ei ole. Moodsad masinad kas ühe või kahe lõikamiskorviga on võimelised lõikama 250—500 m^3 toorturvast 10 tunniga.

Labidaturba väljavõtmisega tuleb alustada varakult, maikuu esimestel päevadel, sest mida varem on turvas lõigatud, seda rohkem on võimalusi turba korralikuks kuivatamiseks. Meie oludes õhukuiva turba tootmine on ajaliselt piiratud 50—60 päevaga ning

oleneb suuresti ilmadest. Sellepärast lõpetatakse turba väljavõtmine hiljemalt 1. juuliks. Kas turvas kõlbab kütteturbaks või mitte, otsustatakse turba välimuse järgi: hea kütteturvas peab olema must või mustjaspruun mass taimkudede sisalduseta — tema olulisemaks tunnuseks on kuivus.

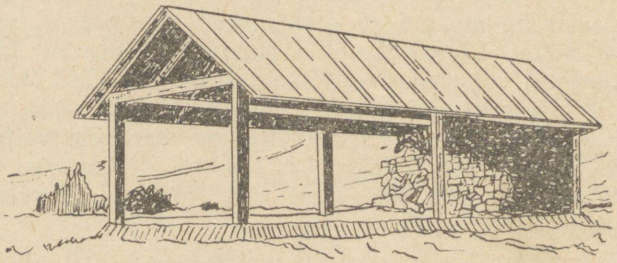


Joon. 15. Käsitsi turbalõikamise skeem.

Turba väljavõtmisel peab ette nägema vee äralaskevõimalusi turba väljavõtte ajaks. Suvel peab liigvesi rabast ära jooksma, sügisel ja talvel peab rabas olema küllaldaselt vett. Liigselt kuivatatud rabas muutub turvas kergesti purunevaks ja pudedaks ning sellest hea kütteturba valmistamine on raske.

Suvise veeärajooksu korraldamine on vajalik, kuna tavaliselt turba alumised kihid on kõrgeväärtuslikud, kuid sagedasti neid ei saada kätte kõrge veeseisu tõttu turbaaugus.

Turvast kogutakse erilise lahtise turbakuuri alla, mis ehitatakse rappa, või laotakse suurematesse rõukudesse ning tehakse rõugule

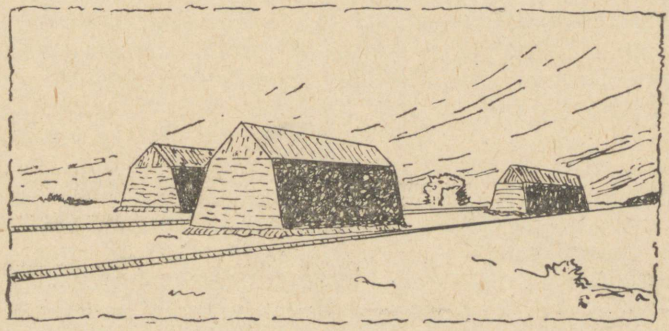


Joon. 16. Turbakuur.

kerge katusetaoline kate. Selleks, et turvas kuivamisel ei puutuks kokku niiske maapinnaga, katusealuste, kuuride ja rõukude põrandale asetatakse lauad või haod. Turba kogumist toimetatakse harilikult siis, kui turbapätsid sisaldavad vett mitte üle 40—45%, või

kui lõigatud päts on kaotanud oma esialgsest toorkaalust ca $^5/_6$. Kuivamisel väheneb labidaturba päts mahult ca 28% võrra.

Üldiselt aga on labidaturvas väga kore, niiskub kergesti lahtise õhu käes, ta mahutamiseks vajatakse suuri ruume ning ta põletamiseks on tarvis kolde suurt ruumala. Ühtlasi erinevad labidaturba pätsid omadustelt olenevalt sellest, missugusest kihist neid lõigati. Väikese tiheduse tõttu on labidaturbal ka väike soojustihedus, s. o. soojussisaldus kütuse ruumühiku kohta. Seetõttu leiab see kütus kasutamist vaid kohapeal või lähimas ümbruskonnas. Riigi rahvamajanduse seisukohalt labidaturbast suurema osatähtsusega on masinturvas.



Joon. 17. Turvas rõukudes.

b) Masinturvas.

Masinturvas kui kütus on labidaturbast väärtuslikum ja teda võib tarvitada igal pool majapidamises kui ka tööstuses, kuna masinturvas kütusena võib kõikjal asendada puitu. Masinturvas on labidaturbast erikaalult ligikaudselt 30—50% raskem ning küttevääruse poolest parem. Meil toodetava masinturba 1 m³ kaal on 30% niiskuse juures ca 320—360 kg; küttevääruselt vastab 1 m³ masinturvast 1 m³ keskmise väärtusega halupuile.

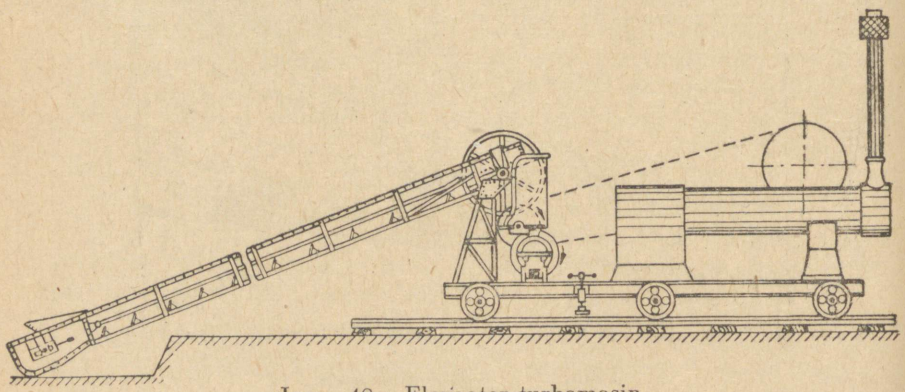
Seni ei ole veel leitud niisugust universaal-masinat, mida oleks võimalik kasutada ühesuguse eduga kõikides rabades. Iga rabaliik vajab seega isesugust läbitöötamist ja sellele vastavat masinat.

NSV Liidu turba suurtööstuses tarvitatakse näit. eranditult baggermasinaid pätside automaatsete mahaladujatega; väikeste ja keskmiste turbamasinate juures, nagu meie ENSV turbatööstuses,

toimub turba kaevamine käsitsi ja masinasse toimetamine elevaatori abil.

Elevaatorid on kas turbamasina taga järeleveetavad või masina kõrvale paigutatavad.

Turvas sisaldab huumusaineid (kolloidid), mis turbamassi otstarbekohase läbitöötamise järele suurendavad turba tihedust. Labidaga lõigatult jääb turbamass terveks ja kõdunemata taimejäänused takistavad turbamassi kokkutõmbumist. Turbamasinas aga peenendatakse turbamass ja liimitaoliselt mõjuvad huumusained segunevad ühtlaselt, seetõttu kuivab masinturvas märksa tihedamaks labidaturbast. Seega on masinturvas tulusam transportimisel



Joon. 18. Elevaator-turbamasin.

ja kütmisel, kuna ta võimaldab suuremat tulekolde resti koormatust. Peale selle masinturvast osutub võimalikuks hoida lahtise õhu käes, kuna kokkukuivamisel masinturba-pätsi välispind kattub koorukesega, mis takistab niiskuse sissetungimist turbasse. Põletusturba valmistamisel on väga tähtis turbamasina segamis-, purustamis- ja sõtkumisvõime: mida paremini see toimub, seda rohkem kuivab kokku masinast väljasurutud ja vormitud turbapäts. Vormitud turbapätside vedu kuivatusväljale toimub käsitsi kärudes, kergelt ümberpaigutatavail rööbastel, vagonettide abil, või mehaanilise traatköie, transportööri abil.

Üldiselt võiks masinturba valmistamist jaotada 4 tööjärku:

1) turba kaevamine, tõstmine ja masinasse toimetamine,
2) turba purustamine, sõtkumine ja vormimine,
3) vormitud turbamaugu jagamine pätsidesse,
4) turbapätside vedu kuivatusväljadele ja nende mahaladumine.

Masinturba tootmisel nagu labidaturba valmistamiselgi omab väga suurt tähtsust turba eelkuivatamine. Toores olekus sisaldab turvas 90% vett ja ainult 10% turbaollust; seega tuleb turbatööstuses iga 100 tonni õhukuiva turba väljavõtmiseks tõsta masinasse ja sealt transportida kuivatusväljale 900 tonni vett, mis hiljem kuivatusväljal ära aurab.

Turbas oleva vee kõrvaldamiseks on püütud leida mõningaid mehaanilisi abinõusid, kuid soovitud tagajärgi pole saavutatud. Kõige tulusamaks kuivatusviisiks on jäänud siiski kuivatamine tuule ja päikese käes.

Omaette probleemi moodustab turbaraba eelkuivatamine, sest kuivatatud rabast väljavõetud turbapäts kuivab rutem ja jääb kogult suuremaks ning raskemaks kui eelkuivatuseta rabast toodetud turbapäts, samuti jääb väiksemaks tööjõukulu liigvee transportimisel. Näiteks: 1 m³ toorest raba 90%-lise veesisaldusega kaalub ca 1000 kg, 80%-lise veesisaldusega ca 500 kg ning 50%-lise veesisaldusega — 200 kg.

Sellest selgub, et turbaraba eelkuivatamine on väga tähtis ning tuleb hoolikalt ja korralikult läbi viia, kuid tuleb silmas pidada, et turbaraba eelkuivatamine on võimalik ainult teatava piirini (muidu võib turbaraba ka kergesti ülekuivatada, s. o. liialt kuivatada).

Raba eelkuivatamine viiakse läbi tavaliselt umbes aasta enne turba lõikamist. Selleks kaevatakse alul peakraav raba keskele, mida hiljem süvendatakse. Lisaks peakraavile kaevatakse ½ meetri sügavused kraavid põiki peakraavile; rööbiti turbarabast läbi jooksvate kraavide kaevamisest tuleb hoiduda, kuna mõningate töötamisviiside juures nad võivad osutuda takistuseks.

2. Freesturvas.

Umbes 20 a. tagasi kerkis esile uus masinturba tootmise viis freesturba näol. Ka meil Eesti NSV-s toodetakse freesturvast, mida kasutatakse turbabrikettide valmistamiseks.

Freesimine seisneb selles, et turbakiht lõigatakse väga kiiresti tiirlevate freesmasinate nugadega peenikesteks helveteks. Freesimise paremus seisneb selles, et need peened helbed kuivavad äärmiselt ruttu 30—40% niiskuseni. Hästi organiseeritud töökorralduse juures võib mehaaniliselt freesitud turvast juba 4 tunni järel pärast freesimist toimetada kuhjamiseks väljas või saata vabrikusse kuivatamiseks. Freesturba tootmise paremuseks on veel see asjaolu, et see tootmisviis nõuab võrreldes teistega hulga vähem tööjõudu, keskmiselt 4—5 korda.

Freesmasin koosneb tavaliselt lülitraktorist raudsabaga, mille külge on kinnitatud freesijad tõmpkoonuseliste kehadena 1—1½ m kõrgusega. Koonusele on spiraalselt kinnitatud suurehambuline terassaaglint. Koonuse laiem osa on ülalpool ja kitsam allpool. Freesija on võlli abil ühendatud masinaga ja teeb ca 1000 tiiru minutis. Tiirlemisel kaevab ta end rabasse teatava piirini. Saaglint tõukab seejuures raba ja paiskab tsentrifugaaltungil turvast kraavist välja.

6. Teisi turbatöötlemise viise.

Enam-vähem täieliku ülevaate saamiseks vaatleme siinkohal veel nn. vedel- ja hüdroturba tootmise põhijooni, mida ENSV-s seni ei ole veel toodetud, kuid mida valmistatakse eduga NSV Liidus ja mujal. Kuna nende turba tootmisviisidega valmistatav turvas on liiga sõltuv ilmastikust, meie turbatootmise hooaeg on aga võrdlemisi lühike, keskmiselt 2 kuud, siis nii vedel- kui ka hüdroturvast pole meil toodetud peamiselt nende kalliduse tõttu.

a) Vedelturvas.

Selle tootmisviisi juures töötatakse ja sõtkutakse turvas rabal masinates hästi läbi ühes suure veehulga juurdelisamisega, nii et masinatest väljuv mass on täiesti vedel — veesisaldusega kuni 95%. Selle suure veehulga tõttu läheb peenendamisprotsess palju kiiremini ja täiuslikumalt kui tavaliste turbamasinatega ega nõua nii suurt jõukulu. Kuna mehaanilist tööd on vähem, võivad ka masinad olla lihtsamad. Vedelturvas lastakse joosta masinast vagonettidesse. Need transporditakse kuivatusväljakule, kus mass maha lastakse ja laiali aetakse. Kuivatusväljakuks on kuiv, vett läbilaskev mineraalmaa. Kui turbamass on vähe kuivanud, lõigatakse ta pätsideks.

b) Hüdroturvas.

Hüdroturvast toodetakse vedelturba tootmise põhimõttel, s. o. turba tootmise ja kuivatamise kohad on samuti lahus.

Tugeva veejoaga purustatakse turbamass ja saadud vedelturvas (umbes 97%-lise niiskusega) pumbatakse võimsate tsentrifugaalpumpade abil kuivatusväljakule. Sel protsessil segatakse ja sõtkutakse turbamass täiesti ühetaoliseks massiks, mis vastab täiesti tihendatud (masin-) turbale. Kuivatusväljakul voolab vedelturvas laiali, moodustades väljaäärsete vallide vahel umbes 0,3 m sügavad tiigid. Vesi imbub varsti mineraalmaasse ja niriseb kraavidesse. Paksuks tainaks muutunud mass lõigatakse vastavate abinõudega pätsideks.

7. Turba vääristamine.

Turbast valmistatavate kunstlikkude kütteainetena esinevad turbabrikett ja turbakoks.

a) Turbabrikett.

Turba brikettimine on üheks turba vääristamise viisiks, kuna briketi paremuseks on väiksem maht, suurem kütteväärtus, 20—30% suurem turba kütteväärtusest ehk ca 4000—4500 Kcal, ning väiksem veesisaldus.

Turbabriketti saadakse freesturba mehaanilise töötlemise teel: freesturvas purustatakse, kuivatatakse vabrikus täiendavalt ja pressitakse seejärel tugeva rõhu all brikettideks. Brikettimiseks võetav freesturvas ei tohi sisaldada niiskust üle 10%, sellepärast teda kuivatatakse enne töötlemist erilistes kuivatites. Kuivatitest lahkuv peenendatud freesturvas, soojendatult ca 100° C-ni, juhitakse briketipressidesse, mis suruvad ta vastavates terasvormides briketiks kokku ca 1500 atm. surve all. Ühe kg briketi valmistamiseks kulub keskmiselt 2,3 kg 50%-lise niiskusega turbamassi.

Eesti NSV-s valmistab briketti Tootsi briketivabrik, mis on ehitatud 1938. aastal; selle vabriku suurim toodang ulatus enne Suurt Isamaasõda 32,6 tuh. t-le aastas. Rahvamajanduse taastamise viie aasta plaan näeb ette uue turbabriketivabriku püstitamist tootmisvõimega 50 tuh. t aastas ja Tootsi briketivabriku võimsuse tõstmist kuni 50 tuh. t-ni aastas.

b) Turba koksistamine.

Teine turba vääristamise viis on koksistamine. Turbakoks saadakse tükkturba utmise teel spetsiaalahjudes, või lihtsamal viisil aukudes ja riitades põletamise ehk nn. miilimise teel.

Turbakoksis puudub peaaegu täiesti väävel ja fosfor, mille tõttu ta on väga kasulik rauatöödel.

Turba koksistamise utteretortahjud on tavaliselt püstsed, kõrged silindrilised ehitised, mille siseruum täidetakse tükkturbaga. Turvas soojendatakse kuni ca 500° C, kusjuures turbast aetakse välja vesi, tõrv ja muud lenduvad ained, ja turvas söestub — muutub koksiks. Turbamassi soojendamist utteretortides teostatakse kas sisemise või välise soojendamise teel.

Miilid kujutavad turbahunnikut, mis pealtpoolt kaetakse savi, mulla, liiva ja mätastega. Seda katet täiesti õhukindlana hoida ei saa, mille tõttu miilides toimub turbamassi enda osaline põlemine, tekib kahjulikke põlemispesi, mille tagajärg on ebaühtlane ja vähene koksisaagis. Nüüdsel ajal miilimist tarvitatakse harva.

8. Turvas põllumajanduses.

Eesti NSV mineraalmullad on üldiselt huumusevaesed. See ongi üks põhjusi, miks meie viljad on kasvu ajal väga tundlikud ebasoodsa ilmastiku suhtes ja annavad võrdlemisi madalaid saake. Turvas on laudasõnniku koguse kui ka kvaliteedi tõstmise tõhusamaks vahendiks. Sellepärast on põllumajanduses väga suur tarvidus turbasaaduste järele.

Efektiivsemaid tulemusi maaparandusainena annab turvas kompostide näol. Hapu reaktsiooniga turvast on heade tulemustega kasutatud ka selleks, et eesti fosforiidis leiduvat fosforväetist muuta taimedele tarvitamiskõlblikuks.

Põllumajanduses on turbal aluspõhuna kasutamise kõrval veel tähtis ülesanne otsese väetisena turbamulla näol, kuna ta teeb kõvad savimaad muredaks, nii et õhk saab pinnasse tungida, kõrgetes liivamuldades ta aga tõstab huumuse hulka, mis hoiab niiskust ja seega teeb väetise paremini kinnipeetavaks, võrreldes õhukese mustmullakihiga põldudega, kust suurem osa kunstväetist vihmaveega välja uhutakse, enne kui taimed on suutnud neid ära kasutada.

9. Turba kasutamine muudeks otstarveteks.

a) Turvas ehitusmaterjalina.

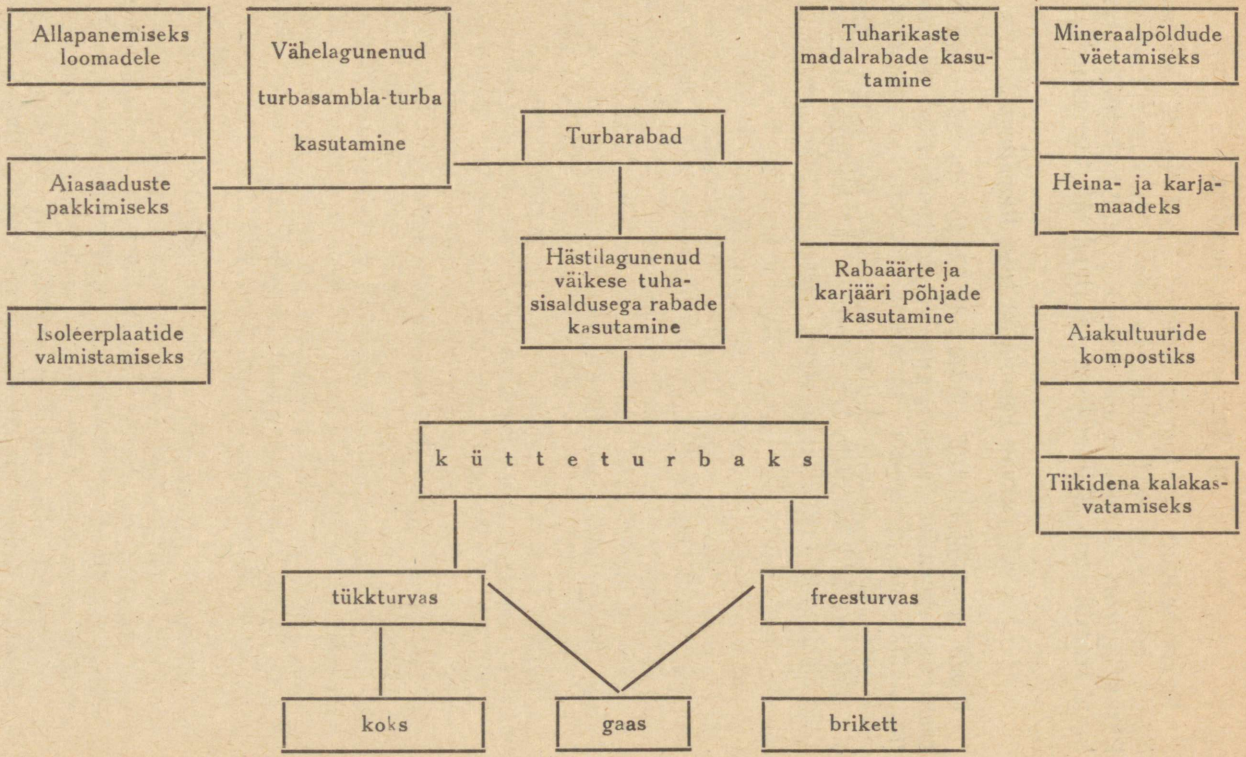
Turvas on leidnud laialdast kasutamist isoleermaterjalina ehituste juures nii külma kui ka sooja vastu. NSV Liidus kui ka paljudes välisriikides on ammu tuntud ja tarvitamisel turbast valmistatavad isoleerplaadid.

Eesti NSV Tööstuse Teadusliku Uurimise Keskinstituudis on uuritud isoleerplaatide valmistamist kodumaa turbast ja on saadud täiesti rahuldavaid tulemusi. Näit. 3 sm paksune turbast isoleerplaat peab niisama hästi soojust kui 10 sm paksune puitsein, 70 sm paksune tellissein või 115 sm paksune paassein.

b) Turvas pakkimismaterjalina.

Sammalturvas on parimaks pakkimisvahendiks aiasaadustele, kuna ta võimaldab lämmastik- ja aluseliste ainete alalhoidu ning takistab mikroorganismide tekkimist; seega on turvas heaks desinfitseerimise vahendiks, mis takistab mädanemisprotsessi.

10. Turbarabade majandusliku kasutamise skeem vastavalt rabade eriomadustele.



c) Turvas ravivahendina.

Ravivahendina on turvas ammust ajast tuntud. Ka meil Eesti NSV-s on turvast ravi otstarbeks kasutatud heade tagajärgedega. Pärnu kuurort on selleks kasutanud Tootsi briketitööstuses jahvatatud freesturvast ja tulemused väärivad täit tunnustust.

d) Turvas keemiatööstuse toorainena.

Peale eespoolloetletud otstarvete leiab turvas väga laialdast kasutamist keemiatööstuses, kus temast toodetakse piiritust, suhkrut, äädikhapet, atsetooni, parafiini, fenooli, valgustusgaasi jne. Meil Eesti NSV-s seni veel turvast selleks otstarbeks kasutatud ei ole ning nende küsimuste lahendamine tööstuslikus ulatuses väärib meie vastavate eriteadlaste kõige tõsisemat tähelepanu.

IV peatükk.

FOSFORIIT.

1. Fosforiidi osatähtsus meie põllumajanduses.

Meie muldade väetamisel tähtsaim koht on fosforiidil. Eesti põllupind on üldiselt kehv ning vajab kõrge saagi andmiseks tugevat väetist. Põldude väetamiseks tarvitatakse orgaanilisi ja anorgaanilisi väetisi. Orgaanilised väetised, nagu sõnnik, kütis jne., sisaldavad sageli vähe mineraalsooli ja sellepärast neist üksi ei jätku. Taimede toitumisel kõige sagedamini tuleb puudus fosforhappest — H_3PO_4, kaaliumist ja lämmastikust. Olenedes taime ja mulla liikidest, põllumajanduslikkudes katsejaamades tehakse kindlaks, missugust väetise liiki taim vajab.

Fosforit on meie muldades üldiselt vähe, kuid veel vähem on neis kergesti lahustuvat, taimedele kättesaadavat fosforit. Teiselt poolt on aga kõik kodused väetised fosforivaesed ja fosforiküsimust lahendati kodanlikus Eestis ostuväetisega. Nii ulatus superfosfaadi sissevedu sõjaeelseil aastail ligi 50% kogu Eestis tarvitatavast fosfori hulgast. Kui 1941. aastal veeti meie põldudele ca 82 000 tonni mineraalväetisi ja 7 miljonit tonni orgaanilist väetist, siis kogu okupatsiooni aja kestel ei saanud eesti põllud grammigi mineraalväetist, kuigi Eestis on rikkalikult fosfaate, mida sakslased toormaterjalina välja vedasid. Seega tulid sõjaaegsed saagid mulla varude arvelt, mistõttu meie maa fosforivaene pind veel enam vaesestus.

Meie tähtsamaks põllumajanduslikuks ülesandeks tänapäeval on põllupinda uuesti fosforiga rikastada. Juba 1944. aastal, otse peale sõjategevuse lõppemist, asus Nõukogude võim selle ülesande lahendamisele, s. o. meie fosforiiditööstuse ülesehitamisele, ning juba 1945. aastal osutus võimalikuks vähesel hulgal varustada meie põllumajandust fosforväetisega. Ka võimaldus NSV Liidu teistest vabariikidest saada piiratud hulgal superfosfaati, nii et meie põlde varus-

tati kogusummas 8000 tonni fosforväetisega, mis aga moodustas kõigest 10% sõjaeelseil aastail tarvitatud mineraalväetiste koguhulgast.

1946. a. suvel toodeti fosforiiti juba küllaldasel hulgal. 1946. a. kevadperioodil toodeti fosforiiti üle 30% enne sõda ostuväetisena tarvitatud fosfori hulgast, aasta lõpuks ulatus see juba 80%-le.

Kui sõjaeelsetel aastatel tarvitati Eestis keskmiselt 6 kg fosforhapendit (P_2O_5) põllumaa ha kohta ehk ca 33 000 t fosforväetisi, siis arvestades seda asjaolu, et osa fosforhapendist jääb taimedele kätte saamata ka pikema aja kestel, võiks arvestada taimedele kättesaadava fosforhapendi tarvidust põllumaa ha kohta keskmiselt 5,5 kg.

Maaviljakuse tõstmiseks aga enamvähem ratsionaalsele tasemele peaks fosforhapendi määr põllumaa ha kohta olema vähemalt 10 kg. Seega vajaks eesti põllumajandus kokku umbes 10 000 t fosforhapendit (P_2O_5) aastas ehk ca 55 000 t fosforväetist.

Sellest selgub, kuivõrd suure esatähtsusega meie rahvamajandusele on fosforiiditööstus, meie põldude väetamise ja superfosfaadi tootmise seisukohalt.

2. Fosforiidi leiukohad ja varud.

Fosforiidid on kas anorganogeensed, s. o. vee tegevusel tekkinud, või organogeensed moodustised — bioliidid. Viimaste tunnuseks on see, et neis tihti sisaldub selgrooliste konte, hambaid ja teisi elusolendite jälgi. Fosforiidid esinevad väga mitmesuguseis geoloogilisis ladekonnis kõigil mandreil ja väga paljudel saartel.

Tänapäeval uuritud toorfosforiitide looduslikud varud ulatuvad ligikaudselt 75 miljardile t-le; sellest varust jätkub fosforväetiste tarvete rahuldamiseks praeguste vajaduste juures kogu maailmale umbes 5000 aastaks.

Suuremad praegu teada olevad varud asuvad P.-Ameerikas, peamiselt Floridas, Montanas, Tennessees ja väiksemal määral teistes Ühendriikide osades. Ameerika fosforiidid sisaldavad keskmiselt 30—35% fosforhapendit (P_2O_5).

Väga suured fosforiitide varud asuvad P.-Aafrikas, nimelt Tuneesias, Marokos, Alžeerias jne. Nende fosforiitide fosforhapendi sisaldus on samuti õige kõrge (28—35%).

Eriti kõrgeväärtusliku fosforhapendi sisaldusega on Vaikse ookeani saarte fosforiidid.

Euroopa fosforiitide varud, mis arvatakse moodustavat ainult mõne protsendi kogu maailma varudest, asuvad peamiselt NSV Liidu idaosas. Paremad fosforiidid asuvad Podoolias ja Bessaraabias, sisaldades 75% trikaltsiumfosfaati [$Ca_3(PO_4)_2$]. Väga suured on apatiidilademed NSV Liidus Koola poolsaarel, Uuralis (P_2O_5 — 40%), mainimisväärsed on fosforiitide leiukohad ENSV-s.

Lääne-Euroopas on fosforiitide leiukohtadeks Hispaania, Prantsusmaa, Belgia, Poola jne.

Eesti NSV-s on teostatud üksikasjalisemaid uurimisi kahe kaevanduse — Ülgase ja Maardu piirkonnas, Irus, Tsitres, Aseris ja Sakal — üldises kokkuvõttes 50 km² pindalal. Neil aladel selgitatud fosforiidivarud, ümber arvestatud 33%-lisele kontsentraadile, ulatuvad 36 milj. t-le. Üleliidulises Varudekomisjonis need varud ei ole veel kinnitatud. Tehtud analüüside andmeil meie kodumaise fosforiidi fosforhapendi kogus kõigub 10—14% piirides. Seega võib meie oludes pidada fosforiiti tooraineks, mis võimaldab üsna võimsa tööstuse ellukutsumist.

3. Eesti fosforiidi koostis.

Meie fosforiidi tooraineks on nn. obolus-konglomeraadid ning obolus-liivakivi. Viimane lebab kiltkivi all kogu P.-Eesti ranniku ulatuses ja paljaneb kõikjal seal, kus kiltkivigi. Konglomeraadid esinevad liivakivis aga ainult Tallinna ja Vaivara vahemikus, vaheldudes seejuures tunduvalt nii paksuselt kui ka fosforhapendi sisalduselt.

Obolus-liivakivi on tekkinud ordoviitsiumi ajastul settimise teel pealetungiva mere mõjul rannalähedasse piirkonda, kus asus tohutul arvul käsijalgseid oboluse perekonnast. Sellesse perekonda kuuluvad lukuta käsijalgsed ehitavad oma kodasid fosforhapust kaltsiumist, mis tegelikult sarnleb apatiidiga. Seega on fosforhappe (H_3PO_4) kandjaks fosforiidis karpelajate kaaned. Lisaks sisaldavad fosforiidid veel kõrvalaineid, nn. ballasti, nagu liiva, savi, rauda, räni, alumiiniumi jne. Fosforiidid esinevad maakoores nii paksemate kihtidena kui ka üksikute soontena, paksusega mõnest sentimeetrist kuni 1,5—2,0 meetrini. Fosforiidid kujutavad endast pudevat kivimit ning lagunevad kergesti obolus-kaanteks ja liivaks; liiv on väga peeneteraline, karbikillud aga on suuremad. Lihtsa liiva väljasõelumisega tõstetakse fosforiidis fosforhapendi (P_2O_5) sisaldust kuni 25—27%-ni. Selliselt töödeldud fosforiiti nimetatakse kontsentraadiks, sõelumistoimingut aga fosforiidi rikastamiseks.

Tallinna Polütehnilise Instituudi keemilise tehnoloogia laboratooriumi katsete andmeil meie kodumaa obolus-liivakivist toodetava rikastatud toorfosforiidi keemiline koostis on järgmine:

P_2O_5 üldse	28,7%
Sellest:	
2%-lises sidrunihappes lahustuvat P_2O_5	8,1%
vees lahustuvat P_2O_5	— (jäljed)
CaO	41,6%
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	2,1%

Eeltoodud koostis on arvutatud kuivatatud aine kohta püsivkaalu, s. o. 105° C juures. Analüüsi andmed näitavad, et katseks kasutatud fosforiiti võib rühmitada tavaliste superfosfaadi valmistamiseks tarvitatavate lähteainete liiki.

4. Eesti NSV fosforiiditööstus.

Fosforiiditööstuses algas tegevust Eestis 1920. aastal asutatud o/ü, hiljem 1923. a. a/s-ks muudetud «Eesti Fosforiidi» ellukutsumisega. Nimetatud a/s-i poolt asutatud, Harjumaal Jõelähtme vallas, Ülgase maa-alune kaevandus asus 1921. a. saadik obolus-konglomeraadi tootmisele. Alguses jahvatati obolus-karbikesed koos liivaga peeneks, saadi 11% P_2O_5 sisaldavat kontsentraati, mille tarvitamise tagajärjed olid aga mitterahuldavad. Sellepärast 1924. aastal ehitati Ülgasesse sõelumisseadeldis, mis võimaldas fosforhappe sisaldust rikastatud fosforiidis tõsta keskmiselt 26%-le. Ülgase fosforiidi rikastusvabriku aastatoodang oli ca 2000 t 25—27%-list kontsentraati.

Ülgase fosforiidi rikastusvabrik tootis peale fosforiidijahu veel nn. kana-fosforiiti keskmiselt 10 t aastas. Kana-fosforiit kujutab endast sõelutud ja puhastatud, kuid jahvatamata obolus-karbikeste puru, mida tarvitatakse kanade jõutoiduks.

1938. aastal Ülgase rikastusvabrik hävis tulekahjus. Sama aasta sügisel rajati uus kaevandus ja vabrik Maardusse (Harjumaal) palju suurema võimsusega kui Ülgase vabrik ja nimelt ca 30 tuh. t toorfosforiidi aastatoodanguga. Geoloogilised uurimised näitavad, et Maardu kaevanduse varud osutuvad meil keemiliselt koosseisult parimateks, sellepärast esialgu Ülgase fosforiidikaevandust taastamisele ei võeta, kuid võimalik, et edaspidi, Maardu kaevanduse

laiendamisel, endise Ülgase kaevanduse maa-alad võetakse uuesti töötlemisele, kui Maardu fosforiiditööstuse üht rajooni.

Maardu fosforiidi rikastusvabriku kõrval on käesoleval ajal ehitamisel rikastus-suurkäitis flotatsiooni põhimõttel, mille võimsus on kuni 100 000 t kontsentraati aastas. Flotatsiooni täiuslikumate menetluste abil võib obolusfosforiiti rikastada kuni 33% P_2O_5 ja kasutada teda superfosfaadi tootmiseks. Käesoleval ajal meie fosforiidiväljade ekspluateerimine ja fosforiitide töötlemine kuulub Eesti NSV Põlevkivi- ja Keemiatööstuse Ministeeriumile.

5. Fosforiidi tootmine.

Fosforiite nagu põlevkivigi toodetakse kas lahtiselt karjäärides või allmaakaevandustes. Töökäik lahtistes kaevikutes seisneb fosforiidikihtide paljastamises ning nende väljavõtmises, mida teostatakse kas käsitsi või mehhaniseeritult, baggermasinate abil.

Baggermasinatega kõrvaldatud liiva-, mulla-, saue- ja teisi kihte transporditakse lõputa lintidega juba äratöötatud karjääridesse. Kui fosforiidikiht on paljastatud, asuvad baggermasinad selle väljavõtmisele ja vagonettidesse laadimisele. Vagonetid koondatakse rongidesse ning saadetakse rikastusvabrikusse.

Mõningates kohtades, näiteks Põhja-Ameerikas, Florida osariigis, toodetakse fosforiidi toormaaki hüdrauliliselt, s. o. tugevajõulise veejoa juhtimisega fosforiidikihtidele, mis need purustab.

Juhul, kui fosforiidid asetsevad maakoore sügavuses, siis neid toodetakse enamasti allmaakaevandustes, mis oma ehituselt meenutavad põlevkivi kaevandusi. Allmaatööd jagunevad õieti kahte järku: 1) ettevalmistustööd: fosforiidiväljade avastamine, peastolli, strekkide rajamine, drenaaži- ja ventilatsiooniseadmete ehitamine jne., ning 2) fosforiidi toormaagi tootmine.

Fosforiidi kihid on üldiselt põlevkivi kihtidest õhemad, sellepärast toimub fosforiidi toormaagi tootmine vahepealsete aherainekihtide kõrvaldamisega. Kuna fosforiidikihid on kompaktsed ja kiulised, sisaldades kvartsliiva ning teisi kõrvalaineid, siis nende puurimist teostatakse suruõhu-löökpuuridega, sest elektripuurid lähevad töötamisel kergesti kuumaks ning nende puurteras kulub kiiresti. Fosforiidikihtide purustamiseks tarvitatakse lõhkeaineid, peamiselt ammonaali.

Tööstuslikult toodetakse meil Eesti NSV-s fosforiite ainult allmaakaevandustes, kuna tootmist tasuvad kihid asuvad ca 16 meetri sügavuses maapinnast; nende keskmine paksus kõigub 0,6—1,5 m

ulatuses. Fosforiidi toormaagi purustamiseks tarvitatakse veel nn. tõukerenne. Tõukerennid on suruõhuga töötavad pooleldi mehhaniseeritud seadeldised, mis jõuliste löökidega liiguvad vastu fosforiidikihti. Nende löökide tagajärjel purustatud fosforiidi toormaak langeb renni ning nihutatakse selle tugevate tagasilöökidega järjest edasi, kuni jõuab renni lõpuni, kus purustatud fosforiit juba inimjõul (labidatega) laaditakse vagonettidesse.

Tootmisprotsess allmaakaevandustes on üldiselt raskemini mehhaniseeritav kui lahtiste tööde juures, mis on tingitud allmaatööde spetsiifilisist tingimusist.

6. Fosforiidi töötlemine.

Fosforiidi toormaagi töötlemine toimub kahel viisil: mehaaniliselt — rikastamisega ja keemiliselt — floteerimisega. Töötlemise menetluse valiku määrab fosforiidi mehaaniline koostis, erikaal, niiskussisaldus jne. Edasi teostatakse fosforiidi toormaagi laboratoorset sõelanalüüsi. Sõelanalüüsi jaoks võetakse toorfosforiidi kaalutud õhukuiv proov ning sõelutakse seda 10—30 minuti jooksul 6—13 eri tihedusega sõelte komplektis. Sõelte raputamist teostatakse kas käsitsi või mehaaniliselt. Iga sõela jääk kaalutakse ning arvutatakse %-des võetud proovi algkaalust. Sõelumisega määratakse katseks võetud algaine üksikute komponentosade peenus ning vahekord. Igalt sõelalt saadud jääk analüüsitakse keemiliselt ja määratakse iga peenusrühma fosforhapendi sisaldus. Keemiliste ja sõelanalüüside tulemusena saadud andmete põhjal teostatakse toorfosforiidi töötlemise menetluse valik.

a) Fosforiidi mehaaniline rikastamine.

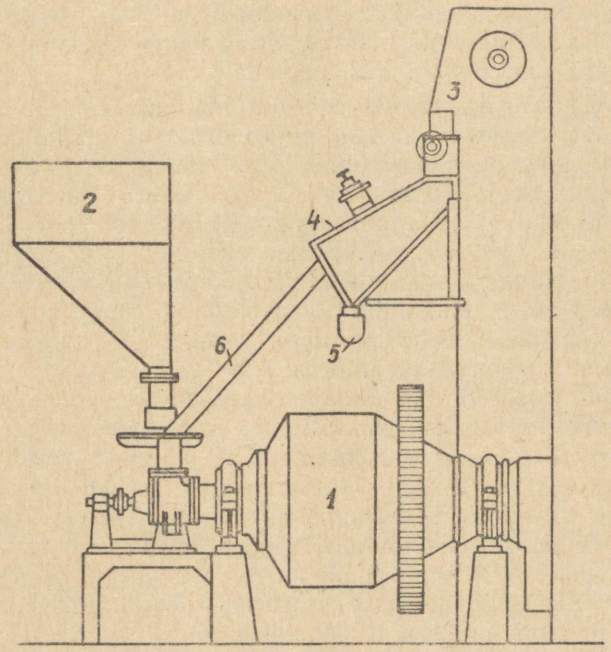
Fosforiidi toormaak kujutab enesest fosforitsisaldavate ja aherainekihtide mehaanilist segu. Enamasti on aherainesisaldus niivõrd suur, et fosforiidi toormaagi tarvitamine ilma sellekohase töötlemiseta osutub mittetasuvaks. Toormaagi töötlemine koosneb tervest reast mehaanilistest protsessidest, mille eesmärgiks on toorfosforiidist mineraalaine eraldamine, fosforhappe sisalduse suurendamine ning kõrvalainete, s. o. ballasti vähendamine. Neid mehaanilisi töötlemisprotsesse, mis tõstavad fosforiidi toormaagi tehnoloogilisi omadusi, nimetatakse rikastamiseks.

Kuna meie fosforiitide fosforhapendi-(P_2O_5)sisaldus ei ületa keskmiselt 14%, siis osutub toorfosforiidi rikastamine paratama-

tuks. Fosforiidi rikastamisprotsessi tulemusena saadakse nn. kontsentraati, mille P_2O_5-sisaldus kõigub keskmiselt 25—27% ulatuses.

Toorfosforiidi mehaaniline rikastamisprotsess põhineb toormaagi üksikute mineraloogiliste koostisainete mikro- ja makrostruktuuri ning füüsikaliste omaduste erinevusil.

Rikastamisprotsess jaguneb mitmesse ossa ja nimelt: 1) toorfosforiidi kuivatamine, 2) — sõelumine ning 3) — jahvatamine.



Joon. 19. Gardingi fosforiidi veski: 1 — veski, 2 — täitelehter, 3 — elevaator, 4 — vibreeriv sõel, 5 — valmisjahu luuk, 6 — jämedamate osiste tagastamine korduvaks jahvatamiseks.

Toorfosforiidi loomulik niiskus-% on suur (ca 25%), sellepärast osutub toormaagi kuivatamine paratamatuks, kuna niiskustsisaldav fosforiit muutub töötlemisel tainasarnaseks, ummistab sõelu, takistab seadeldiste käiguosade tööd jne. Veel mõnikümmend aastat tagasi kuivatati toormaaki õige algeliselt lahtistes kuhjades, analoogiliselt primitiivsele lubjakustutamisele. Nüüdsel ajal kuiva-

tatakse fosforiite erilisis keerlevais trummel-kuivatisseadeldistes, mis töötavad elektriga.

Fosforiidi sõelumise ehk klassifitseerimise ülesandeks on toorfosforiidis leiduva aheraine kõrvaldamine ning sõelumisega saadud obolus-karbikeste puru liigitamine eri peenusklassidesse, jämedamate klasside edasiseks peenendamiseks. Tuntakse kuiva ja märga sõelumis- ehk klassifitseerimismenetlust. Kuivklassifitseerimiseks tarvitatakse mitmesuguseid seadeldisi, nagu: eri tihedusega sõelu, keerlevaid aukliku kerega rootorsõelu, liikuvaid lõputa ahelreste jne. Vähem tarvitatavad on õhkseparaatorid ehk nn. tsükloonid, kus mitmesuguse peenuse ning kaaluga toormaagi algkomponente kantakse tugeva õhuvooluga eri kaugustele.

Fosforiidi koostisosakeste sadestumine vees toimub proportsionaalselt nende suurusega ning pöördvõrdeliselt erikaaluga; sellel asjaolul põhineb märgklassifitseerimise menetlus. Vastavaid seadeldisi nimetatakse hüdraulilisteks klassifitseerijateks. Hüdrauliline klassifitseerimine ei nõua endastmõistetavalt toorfosforiidi eelkuivatamist, seda teostatakse enne peenendamist ning jahvatamist.

Peenendamiseks nimetatakse algaine osakeste killustamist purustamise, hõõrumise, lõhkumise ning teiste mehaaniliste toimingutega. Järkjärgulise peenendamisega muudetakse algaine jahutaoliseks; sellist peenendamist nimetatakse jahvatamiseks.

Sõelutud fosforiidi jämedamate klasside peenendamiseks tarvitatakse mitmesuguse konstruktsiooniga purustajaid ja veskeid, näit. silindrilised, rõngas-, koonuselised, kuul- ja teised veskitüübid.

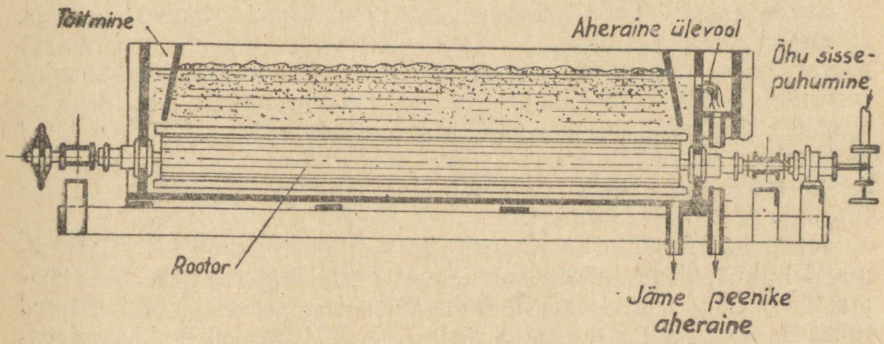
Vaatleme näit. Gardingi süsteemi koonuselist jahvatusseadeldist. Veski täidetakse teraskuulidega või kividega, mis suuruselt on erinevad. Tööprotsessis toimub kuulide jaotus: suuremad koonduvad veski silindrilisse ossa, kuna väiksemad, kergemad, koonuselisse ossa. Sel viisil saavutatakse fosforiidi järkjärgulist jahvatamist eri peenuse ning kaaluga teraskuulide vahel. Gardingi veski läbilaskevõime on keskmiselt 4 t tunnis, valmistoote peenus on ca 20 mm.

b) Floteerimine.

Fosforiidi mehaanilise rikastamise protsessi tulemusel tõstetakse fosforiidis P_2O_5-sisaldus keskmiselt 25—27%-ni, saadakse kontsentraat, kuid sellel töötlemisviisil koos liivaga ning teiste lisanditega sõelutakse välja ka fosforhapu kaltsiumi sisaldavat obolus-karbikeste peenpuru. Selle peenpuru osatähtsus fosforiidis sisalduva fosforhapendi koguhulgas on ca 7—8%. Selle kao vältimi-

seks ning kontsentraadi % tõstmiseks tarvitatakse fosforiitide rikastamiseks floteerimismenetlust.

Flotatsioon on tööstuslik menetlus tahkete ainete eraldamiseks üksteisest ujutamise ehk vahustamise teel. Flotatsioonil lastakse tahkete ainete segu langeda vette, vastu kerkivaile õhuvooludele, kusjuures ühed komponendid langevad põhja, kuna teised ujuvad koos õhumullikestega pinnale ja eralduvad sellega segust. Flotatsioon põhineb osalt asjaolul, et teatavail keemilisil reaktiividel (flotoreagentsidel) on omadus köita oma pinnale õhumullikesi ja moodustada seega liitkehad, mis on veest kergemad ning sellepärast tõusevad veepinnale. Nendeks reagentsideks on näit. kresool, männi-



Joon. 20. Floteerimismasin.

õli, tärpentin, oleiinhapped, gasoliin, vesiklaas, petrooleum, diazoamiinbensool jt. Kõikide reagentside ülesandeks on vähendada vee pindpinevust, mis soodustab fosforiidi algkomponentide eraldumist.

Floteerimiseks tarvitatav fosforiit peab olema vastavalt peenendatud. Flotatsiooni tulemused olenevad suuresti võetud kuivaine ja vee õigest vahekorrast, sellest oleneb floteerimisega saadava fosforiidi kontsentraadi kanguse %.

Fosforiitide rikastamine floteerimismenetlusel jaguneb mitmesse tootmisfaasi: 1) toormaagi peenendamine (kuivalt), 2) floteerimissegu moodustamine, 3) rikastamine floteerimisega keemiliste reaktiivide toimel ja õhu läbisurumisega, 4) floteerimisel saadud kontsentraadist liigse veesisalduse kõrvaldamine, mida teostatakse tavaliselt mitmes järgus: sadestumise, filtreerimise, tsentrifugeerimise ja kuivatamisega.

7. Rikastatud fosforiit põlluväetisena.

Rikastamisel saadud fosforiidi kontsentraati tarvitatakse fosforväetisena ja lähteainena superfosfaadi tootmisel.

Eesti fosforiit on hea eduga kasutatav väetisena soo- ja turbamuldadel, kuid mineraalmaadel on ta kasutamine osutunud seni sageli vähetasuvaks. Põhjus seisab selles, et fosforiidis leiduvad fosforhappe soolad lahustuvad eriti mineraalmaade tingimusis halvasti ning jäävad seega taimedele raskesti kättesaadavaks, kuid soo- ja turbamullas leiduvad humiinhapped muudavad trikaltsiumfosfaadi teataval määral lahustuvaks ja sellega taimedele kättesaadavaks.

1939. aastal alustati Loodusvarade Instituudis katseid selleks, et muuta meie fosforiiti tarvitamiskõlblikuks ka mineraalmaade väetamiseks. Seejuures osutus, et turvas on aineks, mis muudab fosforiidi tarvitamiskõlblikuks ka lubjarikaste mineraalmaade väetamisel. Fosforiidi vastav töötlemine seisab selles, et peenendatud sammalturvast segatakse rikastatud fosforiidiga ning segu lastakse seista mõni kuu. Seda fosforiidi ja peenturba segu nimetatakse turba ja fosforiidi kompostiks.

Hästi käärinud turba ja fosforiidi kompost annab ka mineraalmaadele küllaldasel määral lahustuvat P_2O_5 ja peale selle veel lämmastikku ning suurel hulgal huumusaineid. Sel viisil valmistatud turba ja fosforiidi kompost sisaldab ca 2% taimedele kättesaadavaid lämmastikaineid, mispärast sellist komposti peab hindama mitte ainult kui fosforväetist, vaid ka kui lämmastikväetist.

Tähtsaks asjaoluks on veel see, et selle kompostiga antakse põldudele suur kogus huumusaineid. Huumusained ehk mustmuld aga on kõrge püsiva saagi eeltingimuseks, sest mustmuld esineb taimede kasvuajal niiskuse ja soojuse akumulaatorina ja teiseks ainult küllaldaselt paksu mustmulla kihiga põld on võimeline ära kasutama taimede kasvu otstarbeks antud kunstväetist; õhukese mustmullakihiga põldudelt aga uhutakse suur osa kunstväetisi vihmaveega enne välja, kui taimed on suutnud neid ära kasutada.

Fosforiidis turba mõjul lahustuva P_2O_5 kogus oleneb võetud turba ja fosforiidi vahekorrast, komposti niiskusest, fosforiidi peenusest ning komposti käärimisaja kestusest.

Katsed on näidanud, et teatavais tingimusis on võimalik turba abil muuta fosforiidi P_2O_5-sisaldus peaaegu 100%-liselt lahustuvaks ning seejuures suuremas osas just veeslahustuvaks. Fosforiidi peenuse ja komposti niiskuse suurendamine mõjub eriti soodustavalt fosforiidi P_2O_5 lahustuvaks muutmisel.

8. Superfosfaadi tootmine fosforiidist.

Kuna fosforiitides leiduvad fosforhappe soolad — $Ca_3(PO_4)_2$ — lahustuvad vees raskesti ning taimed ei saa neid täielikult kasutada, soovitas J. Liebig neid muuta lahustuvaks monokaltsiumfosfaadiks — $Ca(H_2PO_4)_2$ — väävelhappe abil, saades nn. superfosfaadi:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + H_2O = 2CaSO_4 + Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O.$$

Superfosfaadi saamiseks segatakse rikastatud fosforiit 67—68%-lise väävelhappega kinnistes kateldes kuumutades. Superfosfaat on monokaltsiumfosfaadi $Ca(H_2PO_4)_2$, kipsi ja vee segu, mis sisaldab 18—20% vees lahustuvat fosforhapet. Kui superfosfaadis leidub üle 2% alumiiniumi- või rauasooli, või teda hoitakse liiga kaua laos tarvitamata, siis tekib uuesti mittelahustuv trikaltsiumfosfaat.

Laboratoorselt on kindlaks tehtud, et meie fosforiitide töötlemiseks superfosfaadiks läheb keskmiselt tarvis 45—47% väävelhapet toorfosforiidi kaalust.

Toimetatud katsed näitasid, et:

1) 28,7%-lise fosforiidi kontsentraadist on võimalik saada 17—18%-lise vees lahustuva P_2O_5-sisaldusega fosfaati;

2) laboratoorselt valmistatud superfosfaadi P_2O_5 üldhulgast on 90—95% lahustuv 2%-lises sidrunihappes ja seega taimedele kättesaadav.

Samuti on kindlaks määratud, et väävelhappe kontsentratsioonid 62—70% piirides osutuvad meie fosforiitide töötlemiseks kõige sobivamateks. Fosforiidi segamine nimetatud kangusastmega hapetega teostus ilma raskusteta ja nende abil valmistatud superfosfaat osutus urbseks, kuivaks ja kergesti peenenduvaks. Seega oli tõestatud, et 28,7%-lise P_2O_5-sisaldusega eesti fosforiit on kõigiti kõlblik lähteaine superfosfaadi valmistamiseks.

Täienduseks laboratoorsetele katsetele, pärast nende tulemuste selgitamist, korraldati eesti fosforiidist superfosfaadi tootmise katseid tööstuslikus ulatuses Inglismaal ja Saksamaal. Need tööstuslikud katsed on samuti tõendanud, et eesti fosforiit kahtlemata kuulub superfosfaadi valmistamise väärtuslike lähteainete liiki.

Vaatamata sellele aga jäi kodanlikus Eestis meie fosforiidist superfosfaadi tootmine ainult kavatsuseks. Selle põhjuseks oli peamiselt väävelhappe tootmise võimaluse puudumine Eestis ning ostu-

väävelhappe kallidus, mis kapitalistlikus süsteemis tegi meie fosforiitide töötlemise superfosfaadiks mittetasuvaks.

Superfosfaaditööstus on suurimaks väävelhappe tarvitajaks. Nii näiteks kulutati 1929.—34. a. superfosfaadi tootmiseks ca 42—45% kogu maailma väävelhappetoodangust, kuna ühe tonni superfosfaadi valmistamiseks läheb keskmiselt 0,35 tonni 100%-list või 0,54 t 65,5%-list väävelhapet.

Iga suurema superfosfaadivabriku väävelhappe aastane tarvidus ulatub sadadesse tuhandetesse tonnidesse, mille tõttu töötamine mujalt sisseveetava väävelhappega osutub ebamajanduslikuks, kuna tõstab valmistoote omahinda.

Sellepärast kõige otstarbekamaks väävelhappe-küsimuse lahendamiseks sotsialistlikus majanduses osutub väävelhappe tootmise tehase rajamine iga superfosfaadi vabriku juurde. Nii näit. meie oludes on vajalik keskmiselt 0,46 tonni 65,5%-list väävelhapet iga valmistoodetud superfosfaadi tonni kohta. Väävelhappe tootmise võimaluse puhul kohapeal aga osutub püriidi — FeS_2 (väävlismulla) — juurdeveo vajadus, arvestades väävlisisaldust püriidis ca 45% ning väävlismulla kulu 0,8 t 1 tonni 100%-lise väävelhappe kohta, järgmiseks, arvestatuna 1 tonni valmis superfosfaadi kohta:

$$0{,}8 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}655 = 0{,}24 \text{ tonni } FeS_2,$$

seega ligi kaks korda vähem kui väävelhapet (0,46 t 65,5%-list!). See arvestus räägib väävelhappe tootmise vajalikkusest superfosfaadi vabrikutes, kuna sellega vähendatakse tunduvalt transpordi- ja teisi lisakulusid ning seega ka superfosfaaditootmise omahinda.

Seoses meie fosforiidibaasil eelseisva võimsa superfosfaaditööstuse arendamisega, asuti meil Eesti NSV-s väävlismuldade uurimisele väävelhappe kohapealse tootmise võimaluste selgitamiseks. Paldiski poolsaare ja Valgejõe vahel on avastatud püriidikiht keskmise paksusega 0,10 m, ka kiltkivi sisaldab püriiti tunduvas koguses. See püriit võib anda ca 80% meie fosforiidi superfosfaadiks töötlemiseks vajalikust väävelhappest. Seega on üsna tõenäoline meie superfosfaaditööstuse varustamine oma väävelhappega. Seni aga, kuni see küsimus on alles uurimisstaadiumis, peame rajama oma superfosfaaditööstuse teistest vennasvabariikidest sisseveetavale püriidile. Oleva viie aasta plaani kohaselt ehitatakse meil ENSV-s väävelhappetehas võimsusega 40 tuh. t väävelhapet aastas.

9. Kahe- ja mitmekordse superfosfaadi valmistamine.

Kahe- ja mitmekordseid superfosfaate valmistatakse mõjustades fosforiite fosforhappega või väävel- ja fosforhappega samaaegselt. Hapete toimel fosforiidis leiduv trikaltsiumfosfaat muutub taimedele kättesaadavateks di- ja monokaltsiumfosfaadiks. Valmissaadus sisaldab 40—50% 2%-lises sidrunihappes lahustuvat P_2O_5 ja on väga soovitamisväärne oma kõrge fosforhapendi sisalduse pärast, kuid seda tarvitatakse vähe, kuna tema valmistamiseks vajalik fosforhape teeb ta kalliks.

Valmistamine:

1) $Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 + 3H_2O = 3Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O.$

2) $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 + 2H_3PO_4 + 4H_2O =$
$= 2Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4 + 2H_2O.$

10. Fosforhappe valmistamine fosforiitidest.

Fosforhappe tootmise lähteaineks on peamiselt fosforiidid ja apatiidid ning vähemal määral loomade luutuhk. Esmakordselt saadi fosforhapet 1740. aastal uriinist (Markgraf).

Kõige lihtsamalt saadakse ortofosforhapet — H_3PO_4 — väävelhappe toimel:

$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + H_2O = 2H_3PO_4 + 3CaSO_4 \cdot H_2O.$

See on kõige väljaarenenum ja tööstuslikult odavam tootmise viis.

Fosforhapet on veel võimalik toota fosfaatide kuumendamisega kõrg- ja elektriahjudes. Need töötamisviisid vajavad keerukaid ja kalleid seadmeid ning kõrget soojus- ja elektrienergia kulu. Kõrg- ja elektriahju-menetlusel valmistatakse USA-s peamiselt toiduainete tööstustes kasutatavat fosforhapet. Kogu väetisainete fosforhape saadakse aga väävelhappe abil.

11. Väävelhappe tootmise põhijooni.

Väävelhapet toodetakse tööstuslikult kahel viisil: 1) pliikambri-meetodil ja 2) kontakt-meetodil, mis erinevad teineteisest nii tehniliselt kui ka keemiliselt.

Pliikambri-meetodil hapendatakse vääveldioksüüdi — SO_2 — salpeeterhappe aurude abil õhu ja veeauru juuresolekul väävelhappeks, kusjuures salpeeterhape esineb siin õhuhapniku ülekandjana-oksüdeerijana.

Kontakt-menetlus seisab väävlismuldade kuumutamises, mille tagajärjel tekib vääveldioksüüd: — $4FeS_2 + 11O_2 = 2Fe_2O_3 + 8SO_2$.

SO_2 segatakse õhuga ja juhitakse läbi torude, kus asub katalüsaator — Fe_2O_3, platineeritud asbest jne. Kuumutamisel ca 600° C juures SO_2 ühineb õhuhapnikuga, tekib SO_3, mis veega annab väävelhappe $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$.

Kuna aga absorbeerimine veega pole kohane, sest sel korral tekib rohkesti H_2SO_4 udu, siis absorbeeritakse SO_3 oleumi (püroväävelhappe) saamiseks 95—98%-lisest väävelhappest: $SO_3 + H_2SO_4 = H_2S_2O_7$. Oleum, sisaldades 20% SO_3, lubab igasuguse kontsentratsiooniga happe valmistamist kõige puhtamal kujul.

Püroväävelhapet ehk oleumi võib kujutleda kui kahe väävelhappe molekuli ühenemist, kusjuures üks molekul H_2O välja tõrjutakse — $H_2S_2O_7 + H_2O = 2H_2SO_4$.

Püroväävelhape moodustab kristalle, mis sulavad +35° C juures, tekitades pruuni väga mürgist auru. Tööstuslikult toodetakse püroväävelhappe ja väävelhappe segu, mida nimetatakse suitsevaks väävelhappeks. Selliselt saadakse kõige kangemat — 100%-list väävelhapet, kuid superfosfaadi tootmiseks nii kõrget väävelhappe kangusastet pole vaja, sellepärast enamuses fosforiiditööstustes tarvitatakse pliikambri- või selle täiustatud, nn. tornimeetodil toodetud väävelhapet, mille tootmisviis on palju odavam, kontsentratsiooni % aga ca 77—78, mis on superfosfaadi tootmiseks küllaldane.

V peatükk.

EHITUSMATERJALID.

1. Ehitusmaterjalide osatähtsus Eesti NSV rahvamajanduses ja selle tööstusharu arenemise perspektiivid.

Arvestades seda suurt ehitustegevust, mis toimub Nõukogude Eestis, omavad ehitusmaterjalid meie rahvamajanduses erilist tähtsust.

Et edukalt teostada rahvamajanduse taastamise viie aasta plaanis ettenähtud laiaulatuslikke taastamistöid nii tööstuse, kommunaalmajanduse, põllumajanduse kui ka teistel aladel, on tarvis rohkesti ehitusmaterjale. Meie linnad said Isamaasõjas kõige raskemini kannatada ja meil on kavatsusel ehitada lähemail aastail uut elamispinda enam kui 250 000 m². Selle ehituskava täitmiseks me vajame keskmiselt 300 miljonit tellist aastas. Tsementditoodang peab 1950. aastaks kasvama 160 000 tonnile ehk ca 200% võrreldes ennesõjaaegse tasemega jne.

Juba 1941. a. kinnitatud meie põlevkivitööstuse viie aasta kava kohaselt oli ehitamisele määratud uus tsementivabrik põlevkivituha kasutamiseks, võimsusega 50 000 tonni aastas, 2 lubjaahju võimsusega 24 000 tonni aastas jne. jne. See kava tähendas ühtlasi tervete asulate rajamist elukortereiks, kommunaalvajaduste rahuldamiseks, koolide, klubide jne. mahutamiseks. Teiste sõnadega, juba 1940.—41. a., seoses meie majanduselu korraldamise ja sotsialistliku ülesehitustöö vajadustega nähti ette ehitusmaterjalide tööstuse laiendamist ja selle tootmisvõime suurendamist. Selge on, et nüüd, pärast fašistlikku laastamist, see probleem tõuseb meie ette veel suurema teravusega.

Meie ehitusmaterjalide tööstus on saksa okupatsiooni ajast väljunud suhteliselt väikeste purustustega, mistõttu probleem ei seisa niivõrd selle tööstusharu taastamises, kui peamiselt kogu ole-

masoleva ehitusmaterjalide tööstuse tootmispotentsiaali maksimaalses rakendamises. Kui 1940.—1941. a. ehitusmaterjalide toodangu erikaal meie tööstuse kogutoodangu plaanis oli väike (ca 2800 töölist, umbes 80 tuh. t tsementi, 78 miljonit tellist, 60 tuh. t lupja jne.), siis meie lähema aja ülesandeks kujuneb selle toodangu mitmekordistamine.

Meie ehitusmaterjalide tööstus on oma organisatsiooni ja materjal-tehnilise baasi ja tehnoloogiliste meetodite poolest äärmiselt maha jäänud. Seadeldised on vananenud, sisetransport üliprimitiivne, korpused kooskõlastamata tehnoloogiliste protsessidega, tööliste vana kaader laiali pillatud jne.; isegi ühe tehase üksikute tootmisosakondade vahel esineb sageli suuri erinevusi, mis on kogu tema tootmispotentsiaali suhtes otsustava tähtsusega.

Rahvamajanduslikus ulatuses on meie ehitusmaterjalide tööstuse osas kõige nõrgemaks kohaks telliste tootmine, kuna paljud tellisetehased on hävinenud.

Ehitusmaterjalide toodangu mahajäävuse likvideerimine nõuab rööbiti üldiselt tuntud ja tarvitatavate põhi-ehitusmaterjalide tootmise forsseerimisega ka võimalike uute ja seni vähem tarvitusel olnud ehitusmaterjalide liikide tootmise intensiivset arendamist, näit.: ehituspae senisest ulatuslikumat kasutamist seinamaterjalina hoonete püstitamisel, põlevkivituha kasutamist tsemendi, tuhatelliste, poorsete kivide valmistamiseks, täitematerjali valmistamist põlevkivi vedelast räbust jne. Vastavate uurimiste ja analüüsidega on tõestatud, et enamikul juhtumitel on siin tegemist kõrgeväärtuslike ja efektiivsete ehitusmaterjalidega, mistõttu kõiki neid uusi ja seni vähe tarvitusel olnud ehitusmaterjale ei tarvitse sugugi lugeda aseaineteks, milledega vaid ajutiselt tahetakse katta defitsiiti meie ehitusmaterjalide bilansis, vaid et nende laiaulatusliku kasutamisega võidakse piirata rea seni tarvitusel olnud ehitusmaterjalide vajadust või koguni neid osaliselt väljagi tõrjuda.

Tööstuse õige paigutus evib tootmisjõudude arendamise ja sotsialistliku ülesehitustöö tähtsamate ülesannete lahendamisel otsustavat tähtsust. Ehitusmaterjalide tootmise arendamine nõukogude rahvamajanduse kiiremaks taastamiseks eeldab ühtlasi ka ehitusmaterjalide tööstuste otstarbekat paigutust, et igakülgselt ära kasutada ehituspaikade läheduses leiduvaid ressursse ehitusmaterjalide tootmiseks ning vältida nende ebaratsionaalseid vedusid.

Okupatsiooni ja sõjategevuse tagajärjel hävinud ehitusmaterjalide tööstuste taastamisel ja edasisel kujundamisel tekib küsimus: kas taastada endises asupaigas, või ehitada mõnes muus, uues kohas, kuhu paigutada uuelt rajatavad ettevõtted?

Tööstuses endas dikteerib teatud tööstusharu juhtiv positsioon olulisel määral ka teiste tööstusharude paigutuse suuna. Loomulikult määrab põlevkivitööstuse paiknevus terve rea põlevkivikeemiatehaste (põlevkiviõli-, bensiini-, petrooleumi-, küttemasuudi-, teebituumeni jt. tehaste) asupaiga. Ka näiteks põlevkivigaasi-tehaste käikulaskmine Kohtla-Järvel ja Ahtmel võib tõenäoliselt lahendada ratsionaalselt õõnesklaasivabriku «Tarbeklaas» asupaiga probleemi (praegune asukoht Tallinn-Koplis), viies selle üle küttealliika (gaasi) lähedusse. Teiselt poolt on täiesti põhjendatud kavatsus üle viia Tallinna keraamikatehas Pärnu, kui tooraine (tõstamaa savi ja tori liiv) ja küttebaasi (Lavassaare turvas) lähedusse jne. jne.

Nende ja nendetaoliste tehaste väljaviimine Tallinnast ei tähenda sugugi Tallinna tööstusliku arenemise pidurdamist, sest Tallinn kui Balti mere tähtsaim sadamalinn loob kahtlemata teistsuguse iseloomuga perspektiive tema tööstuslikuks väljaarendamiseks tulevikus, näit.: laevaehitus-, metalli-, masinaehitus-, ehitustööstus jms.

Küllaldase ehitusmaterjalide baasi loomise kõrval üheks olulisemaks ülesandeks on vastava ehitustööstuse organiseerimine. On mõeldamatu taastamistööde teostamine esiisadelt päritud primitiivsete ehitustehniliste vahenditega. Ehitustööstus on üks esimesi alasid, mis nõuab tööprotsesside mehhaniseerimist. Ehitustegevuse mehhaniseerimisse kohustab meid pealegi eriti tõsiselt suhtuma tööjõu nappus. Ehitusprotsesside mehhaniseerimiseks on aga vaja mitmesuguseid masinaid ja seadmeid, on vaja ehitusmehhanismide parki — ekskavaatoreid, transportööre, krohvimis- ja lupjamismasinaid, betoonisegajaid, tõstevahendeid jne. Kahtlemata osa ehitusmehhanisme on Nõukogude Eesti masinaehitustööstus suuteline valmistama ise, enam kompiitseeritud ehitusmehhanismide saamise suhtes aga abistavad meid vennasvabariigid.

Ehitusmaterjalide tootmise forsseerimise kõrval evib väga suurt tähtsust ehitustehnika, ehitustüüp, nende maksumus jms., mis sõltuvad teatavasti suurel määral sellest, milliseid ehitusmaterjale toodetakse. Seepärast peab ehitusmaterjalide tootmisele kaasnema ka nende standardimine, mis kiirendab ehitustegevust ja võimaldab ühtlasi suurt aja ja materjali säästu. Sellest tingituna on tarvis viivitamatult alustada eeltöid ka meie moodsa ehitustööstuse rajamiseks, mille põhitunnuseks on see, et ehitustöö muutub sisuliselt montaažiks, tööstuses valmistatud osade kokkupanemiseks ehitusplatsil. Ainult säärase ehitustehnoloogia sisseviimine tagab meie ees seisvate taastamise ja ülesehitustöö hiiglaülesannete edukat lahendamist. On ilmne, et see nõuab väga laiaulatuslikke eeltöid täiesti uue, äärmiselt täpsust nõudva tööstusharu loomiseks.

2. Kohalikud ehitusmaterjalid ja nende tähtsus ehitusasjanduses.

Kohalikud ehitusmaterjalid, nende tootmine ja ehitustöödeks tarvitamine evib eriti suurt tähtsust saksa okupatsioonist vabastatud rajoonides, kus purustused ja hävitused on ulatuslikud.

Meie ehitustööstuse suureks eeliseks on see asjaolu, et meil on olemas kohapeal võrdlemisi säilinud ning mitmekülgselt väljaarenenud kohalik ehitusmaterjalide tööstus. Teiselt poolt leidub meil Eesti NSV-s suurtes kogustes mitmesuguseid lähteaineid ehitusmaterjalide laiaulatuslikuks tootmiseks, nagu savi, lubjakivilademeid, klaasiliiva jne.

Seega on meil kõik eeldused telliste, lubja, tsemendi, katusekivide, katusepapi jne. kohapealseks valmistamiseks. Meie liivad (Piusa liiv, samuti ka lademed Tori juures), nagu on selgunud, on küllalt head klaasi tootmiseks, Põlva juurest saadakse meil kaoliini (kohane paberitäiteks), isegi värvimuldasid on meil hakatud töötlema päris heade tulemustega jne. Ainult rauda, kipsi ja looduslikku kriiti ei leidu meie pinnases. Looduslikku kriiti saab veel asendada sünteetilise kriidiga, kuna aga rauda ja kipsi oleme sunnitud paratamatult hankima vennasvabariikidelt.

Kohaliku ehitusmaterjalide tööstuse taastamine ja arendamine on tihedalt seotud kohalikkude küttematerjalidega, nende olemasolu ja kättesaadavusega vahetult ehitusmaterjalide tööstuste läheduses, kuna ehitusmaterjalide tööstus tarvitab kütteainet väga suurtes kogustes, näit. savi, lubja, telliste, katusekivide jms. põletamisel, keraamikatööstuses jne. On ilmselt arusaadav, et kohalikkude kütteainete liikide, nagu turba, põlevkivi jt. tarvitamine ehitusmaterjalide tootmisel säästab kaugelt-veetavate, defitsiitsete kütteainete (süsi, koks jne.) kulu, vähendab raudteevedude koormust ning alandab seega toodetavate ehitusmaterjalide omahinda. Sellepärast on kohalikkude kütteainete tarvitamine ehitusmaterjalide tööstustes esmajärgulise tähtsusega ülesanne üleliidulises ulatuses.

Arvestades neid hiigelehitusi, millede teostamisele meil asutakse lähemate aastate jooksul, rahuldab plaanitud telliste toodang vaid poole nõutavast. Seinamaterjali puudus aga ei tohi pidurdada meie kapitaalehitustegevust, see kaetakse paekivi tootmisega, mida 1946. a. toodeti ca 60 tuh. m^3. Paekivi leidub Põhja-Eestis kõikjal, selle tootmine on kergesti lahendatav, sest ta ei nõua keerulist mehhaniseerimist ega kalleid ehitusi, mida peaks pikema aja jooksul püstitama.

Järjekordseks ülesandeks ehitusmaterjalide tööstuse alal on samuti kõikide teiste olemasolevate tööstusharude arendamine, erilist rõhku pannes uute ehitusmaterjalide liikide väljaarendamisele põlevkivitööstuse jääkide baasil. Põlevkivi tuhk, mis seni on olnud meie põlevkivitööstustele, elektri- ja jõujaamadele, tehastele ja vabrikutele ballastiks ja raskuseks, on väärtuslik lähteaine telliste, tsemendi, räbu-vati jms. tootmiseks. See on tohutu varandus, mis tänapäevani tuhana tuhamäele rändab; kui seda kasutada tuhatelliseiks, siis võiksime saada sadu miljoneid telliseid igal aastal. Seepärast on tarvis, et iga elektrijaama, iga tehase juurde, mida köetakse põlevkiviga, ehitataks põlevkivituha tellise vabrikud.

Seinamaterjali kõrval on samuti tarvis sideainet: tsementi, lupja, kipsi. Sidematerjali nõudmise rahuldamiseks suurendatakse meie portlandtsemendi vabriku Port-Kunda võimsust ning ehitatakse üles Aseri tsemendivabrik 80 tuhande tonni aastatoodanguga.

Põlevkivituha tsemendi tootmiseks on ette nähtud uue tehase ehitamine Tallinna elektrijaama juurde 20 tuhande tonni võimsusega, mille jaoks sisseseaded on juba tellitud. Mõningate uuenduste rakendamisega tagab põlevkivituha telliste tootmine ka täiesti väärtuslike ehitusmaterjalide saamist, seepärast just põlevkivituha baasil tuleb meil edaspidi juurde terve rida telliste tehaseid.

Meie katusepapi- ja klaasitööstus on võimelised katma meie tarvidusi, samuti kaetakse ka puidu ratsionaalne kasutamine meie metsade ressurssidest.

Mitte väiksema tähtsusega ei ole ehitusmaterjalide tööstuse igakülgse väljaarendamise kõrval ka veel ehitustegevuse ratsionaliseerimine, mehhaniseerimine, standardimine, tööviljakuse tõstmine, õige ning täpne arvestus ja aruandlus jne. Siin aga kahjuks me pole veel saavutanud seda, mida oleks võimalik teha meil olemasoleva tehnika baasil.

Siit näeme, et ENSV on teiste vennasvabariikidega võrreldes eelistatud seisukorras ehitusmaterjalide tööstuse suhtes, mis küllaldase organiseerimise puhul tagab meie ehituskava läbiviimist ja Nõukogude Eesti kiiret industrialiseerimist.

3. Savitööstus.

A. Savi lähteainena.

Meie kodumaal leidub palju savisid, mis on sobivad ümbertöötamiseks. Meil leiduvaist saviliikidest on valmistatud peaaegu kõiki kaubaliike, välja arvatud ainult portselan. Nii toodetakse kodumaa savist edukalt pottsepa- ja majoolikakaupa, nagu: telliskive, ahju-

potte, klinkreid, värvilisi põrandaplaate, -kive jne. Savi on samuti lähteaineks mitmesuguste kunstiesemete, iluasjade, kujukeste jms. ning mitmesuguste söögi-, lauariistade ja tarbeasjade valmistamiseks, nagu näiteks: toidunõud, tassid, kannud, serviisid jne. Seda tööstusharu, mis tarvitab savi lähteainena tarbeasjade ja iluesemete tootmiseks, nimetatakse keraamikaks.

Savi kui tooraine leiab veel laialdast kasutamist ka tehnilisteks otstarveteks. Nii toodetakse temast põllupao, kaoliini ja teiste lisanditega kanalisatsioonitorusid, happekindlaid nõusid, balsamipudeleid, elektrotehnilisi isolaatoreid jne.

Nii savi- kui ka kõikide keraamiliste kaubaliikide tootmisel on mõõduandvateks teguriteks lähtematerjali headus, s. o. savi koostis (uhtumise ja keemiline analüüs) ja tema ettevalmistamise täiuslikkus. Sellepärast tundmata savi kasutamisele võtmisel analüüsitakse teda tavaliselt uhtumise teel. Uhtumisanalüüs näitab, kas toorsavi sisaldab kahjulikke, jämedateralisi olluseid — lubjakive, püriiti jms., millisel määral need on savist kõrvaldatavad jne. Edasi tehakse katsetatava savi põletamisproov, mis näitab tema tulekindlust ning määrab, missugusele kaubaliigile proovitav savi on kohane. Kui põletamisproovi ja uhtumisanalüüsi tulemused on vastuvõetavad, siis analüüsitakse savi veel keemiliselt.

B. Savi koostis ja omadused.

Maakera koorik on säilinud mõnes kohas rohkem, teises kohas vähem segatuna ja sisaldab kolme peamist komponenti: kvartsi (SiO_2), vilgukivi ja põllupagu — $K_2Al_2Si_6O_{16}$. Ajajooksul need mineraalid lagunevad vee ja atmosfääriliste tegurite mõjul, samuti laguneb komponente kooshoidev sideaine.

Põllupagu ehk ortoklaas laguneb maa sees vee ning süsihappegaasi mõjul, andes savimulla ehk kaoliini:

$$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 + 2H_2O + CO_2 =$$
$$= \underset{\text{kaoliin}}{Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O} + \underset{\text{potas}}{2K_2CO_3} + \underset{\text{kvarts}}{4SiO_2}.$$

Mida enam on süsihappegaasi, seda kiiremini toimub lagunemisprotsess. Harilikult aga see lagunemine ei toimu nii puhtalt ning kaoliini hulka jääb lagunemata põllupagu, vilgukivi, kvartsi ja teisi lisandeid.

Kõige puhtam savide hulgast on portselansavi — valge kaoliin, mis ei sisalda võõraid murenemisprodukte, on väga plastiline ja väga tulekindel. Teised saviliigid on vähem tulekindlad ning värvili-

sed: punakad, kollased, sinised, sisaldades suuremal või vähemal määral kõrvalisi murenemisprodukte. Savi värvus oleneb lisanditest: sinakas — kahevalentsetest rauasooladest, mis põletamisel muutuvad 3-valentseteks ja savi värvub pruuniks — hapendub. Savi roheline värv oleneb FeO-sisaldusest, punane — rauahapendist Fe_2O_3 jne.

Vormimisomadustelt savi võib olla a) plastiline või b) lahja ehk kuiv. Plastiline savi laseb end kergesti vormida. Plastilisus on pöördvõrdeline saviterakeste suurusega ja liiva sisaldusega. Savi on hügroskoopiline ning võib ligunedes imeda endasse kuni 75% vett, andes seejuures rohkem või vähem plastilise produkti. Savi plastilisus kaob, kui teda kuumutada üle 300° C. Plastiline savi on kergesti vormitav, kuid seistes ja kuivades tõmbub ta praguliseks; sellepärast lisatakse plastilisele savile nn. lahjendajaid, nagu: liiva, põllupagu, põletatud savi, koksi, grafiiti jne., millega vähendatakse savi plastilisust.

Savi tähtsaks omaduseks on veel tulekindlus. Selle järgi savi liigitatakse:

a) harilik savi, mis annab veega hallika plastilise massi, sisaldades rohkesti raua- ja kaltsiumiühendeid; muutub pärast põletamist värviliseks, sulab alla 1650° C;

b) tulekindel savi, mis on mitme värvusega plastiline, veniv mass, põletamisel muutub enamasti kollakas-valgeks ning sulab temperatuuril üle 1650° C.

Mida puhtam savi, seda tulekindlam ta on. Tulekindlust määrab seega alumiiniumihapendi (Al_2O_3) ja siliitsiumihapendi (SiO_2) vahekord: mida rohkem on savis lisandeid, nagu SiO_2, CaO, Fe_2O_3, MgO, FeO jne., seda madalam on ta tulekindlus.

Tekkimise päritolult savi võib olla kas primaarne või sekundaarne. Primaarne savi jääb tekkimise kohale; teda nimetatakse veel kohalsündinud saviks. See on tavaliselt väga puhas portselansavi. Sekundaarne savi on aga uhtesavi, mis on vee mõjul edasi kantud oma tekkimiskohalt ning sadestub tavaliselt vaiksemates vee jooksukohtades, jõgede käänakuil jne. Sekundaarne savi on vähem puhas ja sisaldab mitmesuguseid lisandeid.

C. Savi ja saviesemete töötlemise tehnoloogilisi protsesse.

1. Savi puhastamine.

Savi puhastatakse reas anumates, mis asetatakse üksteisest järjest madalamale. Ülemine nõu täidetakse savi ja rohke veega. Puhastamine toimub savis leiduvate raskemate olluste välja-

sadendamise teel. Selleks segatakse ülemises nõus olev savi hästi veega läbi, pealmine osa vedelikust lastakse aga järk-järgult järgmistesse nõudesse, kuni kõige viimasesse sadestub kõige kergem savi. Sel viisil jagatakse savi tema peenuse ja raskuse järgi mitmesse sorti.

2. Savi ettevalmistamine.

Nii savitööstuses kui ka keraamikas nõuab iga kaubaliigi valmistamine savi vastavat ettevalmistamist.

Savi ettevalmistamine seisab selles, et plastilisele ehk nn. rammusale savile lisandatakse mitmesuguseid lisandeid, mis teenindavad kahte otstarvet ja nimelt: kergendavad savi sulanemist ning lahjendavad savi selleks, et kuivamisel ja põletamisel ta ei muudaks oma mahtu. Sulandajaina tarvitatakse näit. põllupagu, dolomiiti, kipsi jms., kuna lahjendajaiks on tavaliselt liiv, kvarts, šamott jt. Lisandatavad ained peenendatakse trummelveskites, segatakse need saviga märjal teel, siis vabastatakse segu kurnamisega veest ja sõtkutakse. Kui tahetakse aga, et savi omandaks suurema plastilisuse, siis lastakse segu seista vee all.

Savi põletamisel augud ja praod täituvad nende lisanditega ja saadakse sileda pinnaga esemed. Juhul aga, kui tahetakse saada eriti urbseid tooteid, siis tarvitatakse lisanditena saepuru, jahu, koksipulbrit, kliisid jms., mis ahjus ära põledes jätavad põletatavaisse esemetesse tühje kohti.

3. Saviesemete vormimine.

Savist valmistatavate kunstkivide, nagu telliste, klinkrite, põrandaplaatide jms. vormimine toimub tänapäeval eranditult masinatega. Käsitsivormimist esineb väga harva, näit. klaasi sulatuspotid klaasitööstuses, köögipotid primitiivsel valmistamisel jne.

Keraamikatööstuses mitmesuguste esemete vormimiseks tarvitatakse aga veel:

a) vormimisketast, mida pannakse käima sõtkumisega või mehaaniliselt; vormimine toimub sel teel, et savi pannakse vormimiskettale ning selle pöörlemise ajal antakse käte või šabloonide abil vormitavale esemele nõutav kuju;

b) kipsvorme, mida tarvitatakse ekstsentriliste ja õõnsate saviesemete valamiseks;

c) masinaid, millede abil pressitakse, stantsitakse savimassist peamiselt lamedaid esemeid, nagu: taldrikud, alustassid, mitme-

sugused alused jt. Stantsitud õhukesed savilapid pannakse kipsvormidesse, nende välispind aga kujundatakse vastavate šabloonide abil. Pärast vormimist järgneb keraamikakaupade viimistlemine, puhastamine või graveerimine, mille järel neid põletatakse savipõletamisahjudes.

4. Savipõletamisahjud.

Savipõletamisahjud on tehnilised seadmed savist vormitud toodete kuumutamiseks, resp. põletamiseks, savi plastilisuse kaotamise otstarbel.

Savipõletamisahjud töötavad kas pidevalt või ahjutäite viisi, kusjuures põletamine võib toimuda põletatavate esemete otsesel kokkupuutel leegiga või ilma selleta. Lihtsamate esemete, näit. telliste ja savipottide põletamiseks kasutatakse kasseli ahju. Kasseli ahi on aga vähe ökonoomne, kuna küttegaasid lahkuvad temast kõrges temperatuuris. Ökonoomsemad on kahe- ja kolmekordsed ümmargused ahjud, milles leek läbib kaks või kolm üksteise kohal asetsevat kuumutuskambrit.

Suurt soojuse kokkuhoidu saavutatakse pidevalt töötavate hofmani ringahjudega, mida kasutatakse samuti lihtsamate toodete põletamiseks.

Hofmani ahju köetakse kas tahke- või gaaskütusega.

Peenkeraamiliste toodete põletamisel on vajalik vältida leegi kokkupuudet põletatavate esemetega, selleks on nn. muhvelahjud. Muhvelahjudes teostatakse peamiselt teistkordset põletamist, näit. portselanivärvi, emaili ja glasuuri põletamiseks. Selleks asetatakse esemed tulekindlast savist valmistatud kestadesse, kapslitesse, ning kuumendatakse sääraselt, et leek ümbritseks neid alt ja igast küljest.

Kuna kõigi savi- kui ka keraamiliste toodete põletamine toimub teatavais kindlais temperatuurides, seepärast on vajalik savipõletamisahjudes oleva temperatuuri pidev kontrollimine kogu põletamisprotsessi kestel. Selleks otstarbeks kasutati vanasti nn. segeri tornikuid, nüüdsel ajal aga mitmesuguseid püromeetreid.

Segeri tornikud on tulekindlast savist lubja ja teiste lisanditega valmistatud 3 kuni 6 sm kõrged kolmetahused püramiidid, millede sulanemise t° on teada. Mitu säärast nummerdatud (igale numbrile vastab teatud sulanemistemperatuur) tornikut asetatakse tulekindlal alusel ahju ja nende sulanemine näitabki ahjus olevat temperatuuri. Segeri tornikutel on see puudus, et nad ei võimalda temperatuuri pidevat kontrollimist; palju hõlpsamini on kasutatavad püromeetrid.

Püromeetrid on riistad kõrgete temperatuuride mõõtmiseks. Harilik elavhõbetermomeeter võimaldab temperatuuri mõõtmist kuni 300° C-ni. Elavhõbepüromeetriga, mille termomeetriklaasiks on kvarts, võime t° mõõta kuni 750° C-ni. Kõrgemate temperatuuride mõõtmiseks aga tarvitatakse termoelektrilisi ja optilisi püromeetreid.

Termoelektriliste püromeetrite tarvitamine põhineb nähtusel, et kahe eri metalli jootekohal tekkiva nn. termoelektrivoolu tugevus on seda kõrgem, mida suurem on temperatuuride vahe metallide puutepunkti ja nende nn. külmade osade vahel. Elektrivoolu tugevuse mõõtmiseks kasutatakse milliampermeetrit, mille skaala näitab voolu tugevusele vastavaid temperatuuride vahesid. Sagedamini kasutatavad termopaarid on: raud-, hõbe- ja vask-konstantaanid, nikkel-kroomnikkel, plaatina-plaatinaroodium jt. Termoelektriliste püromeetrite mõõtepiirkond on konstantaantermopaaridel kuni 700°, Ni-CrNi — 1 100° ja plaatina-plaatinaroodiumil kuni 1700° C. Veel kõrgemate t° mõõtmiseks aga tarvitatakse optilisi püromeetreid, mis põhinevad kiirgamisvalguse intensiivsuse olenevusel absoluutsest temperatuurist. Võrreldes helendava ahju valguse intensiivsust elektrilambi helendava niidi valguse intensiivsusega, arvutatakse ahjus valitsevat temperatuuri.

Optiliste püromeetrite mõõtepiir on kuni 4000° C.

5. Saviesemete glasuurimine.

Kuna saviesemeid ahjudes sulanemiseni põletada ei saa, siis jäävad nad urbseks ja lasevad vett läbi, seepärast nende veekindlaks tegemiseks kasutatakse glasuurimist.

Glasuur võib olla läbipaistmatu, värvita ja värviline. Tema paisumiskoefitsient peab vastama savi paisumisele, sest muidu põletamisel ta praguneb; teiselt poolt peavad glasuurid olema madalama sulamistemperatuuriga kui savi.

Glasuurimine toimub kolmel viisil:

1) ese kastetakse glasuuraine vesilahusesse, 2) ese valatakse glasuuriga üle või 3) põletamisahju heidetakse keedusoola (NaCl), ning põletatava eseme pinnal esinev ränihape annab naatriumiga reageerides aluselise glasuuri — Na_2SiO_3. Muistsetel aegadel olidki tarvitusel leelis- ehk aluselised glasuurid, kus glasuuri sulandiks olid potas (K_2CO_3) ja sooda (Na_2CO_3). Kuna aga need ained on vees lahustuvad ja sellega vahetult esemetele kandmiseks kõlbmatud, tuleb nad enne ahjus sulatada klaasiks ja jahvatatult ning veega segatult kanda glasuuritavale esemele. Sellist menetlust nimeta-

takse frittimiseks. Frittimisega saadud glasuurid on täiesti läbipaistvad, värvivabad kattematerjalid saviesemetele.

Praegusel ajal enamtarvitatavad on plii- ja tinaglasuurid ehk Pb- ja Sn-glasuurid.

Pliiglasuurid on kergesti sulavad, nad jagunevad: 1) läbipaistvateks, s. o. PbO — savi ja põllupao sulam ja 2) läbipaistmatuteks — Pb ja Sn sisaldav sulam.

Läbipaistva glasuuri sulamiks on pliiühendid (PbO), mis ühenduses ränihappega annavad sulava kollaka värvusega klaasglasuuri. Pliiglasuur on mürgiste omadustega, kui pliisisaldus on suur. See omadus on aga kõrvaldatav frittimise viisil.

Läbipaistmatu Pb + Sn-glasuuri saadakse harilikule pliiglasuurile 5—15% tinahapendi lisandamisega, mille tagajärjel glasuur muutub katvaks. Katvad ehk läbipaistmatud glasuurid omavad ühtlasi suuremat kattevõimet kui pliiglasuurid, kuid selle-eest on ka kallimad, sisaldades tina.

Glasuurimise asemel kaetakse ese mõnikord puhta või värvitud kaoliini korraga, kuna kaoliin on tulekindel ja tihe; seda menetlust nimetatakse angobeerimiseks.

Üldiselt võib öelda, et glasuurimine on laboratoorsel teel saadud ränihapendist (liivast) ja vastavate sulamite segust koosneva aine kandmine põletatavale esemele, mis olenevalt glasuuri koostisest katab eseme pinda õhukese kõva, veekindla, klaasisarnase korraga.

Läbipaistvaid kui ka katvaid glasuure värvitakse metallihapenditega, vastavalt soovitavale värvustoonile, näit. koobalthapend (CoO) annab sinise glasuuri, vasehapend (CuO) — rohelise, rauahapend (Fe_2O_3) — kollase ja punakaspruuni, mangaanhapend (MnO_2) ehk pruunkivi — tumepruuni jne.

Glasuuritud esemete põletamine toimub kolmekordsetes leekahjudes, kus kütte- ja põletamisruumid on üksteisest eraldatud. Glasuuritud esemed mahutatakse kapslitesse ning põletatakse alumises ruumis umbes 1600° C juures, keskmist ruumi kasutatakse portselanesemete esmakordseks, ilma glasuurita põletamiseks, leekahju ülemine põletamisruum on aga kapslite põletamiseks. Kapslid on valmistatud tulekindlast šamotist ning on tarvilikud põletatavate esemete kaitseks lenduvate ainete eest, nagu tuhk, suits, tahm, tolm jne.

Tavalist savikaupa ja fajanssi põletatakse üks kord glasuurituna, portselani aga kaks korda — enne glasuurita ja siis glasuuritult.

6. Saviesemete liigitelu materjali ja põletamistemperatuuri järgi.

Saviesemete tavalise jaotuse aluseks on lähtematerjali, s. o. savi headus, koostis ja selle töötlemismenetlus. Selle järgi jagunevad savi- ja keraamilised tooted järgmiselt:

1. glasuuriga kaetud portselan,
2. biskviit ehk glasuurita portselan,
3. glasuuriga kaetud kivikaup,
4. kivikaup ilma glasuurita,
5. peen fajanss,
6. fajanss, poorne, glasuuriga või ilma,
7. parem, poorne, valge lihtkaup,
8. lihtne, glasuurita savikaup.

a) Portselan.

Portselani tooraineks on valge kaoliin — $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, mis on väga puhas (lisandusteta), väga plastiline ja tulekindel. Portselani tuntakse juba üle 4000 aasta; parimad on hiina ja jaapani — seto, imari, satsuma jt. portselanid.

Kaoliini leidub primaarsetes asukohtades Tšehhoslovakkias, Saksamaal, Nõukogude Liidus, Hiinas, Jaapanis, Prantsusmaal, Inglismaal, USA-s jne.

Portselani valmistatakse kaoliinist koos sulandajatega, nagu põllupagu, valge liiv, lubjakivi, kips jms. Portselani tavaline koostis on umbes järgmine: kaoliini — 50%, põllupagu — 25% ja kvartsi — 25%.

Portselani lähteaine ettevalmistamine seisab selles, et sulandajaid kuumutatakse, granuleeritakse ja peenendatakse kuivalt kuulveskites, saadud jahvatis segatakse kaoliiniga ja rohke veega ühtlaseks massiks, mille järel pressitakse filterpresside abil 10 atm. juures liigvesi välja. Saadud tihendatud massi sõtkutakse, tambitakse ja taotakse ning lastakse mitu kuud seista vee all. Selle töötlemise tagajärjel kaoliin muutub valgeks, plastiliseks ja ühtlaseks.

Lähteaine ettevalmistamisele järgneb massi värvimine, mis võib aga ka ära jääda ning olla asendatud iga üksikeseme hilisema värvimisega. Sääraselt töödeldud massist vormitud esemeid kuivatatakse ja põletatakse ca 900° C juures (toorpõletus), siis glasuuritakse ja põletatakse uuesti, algul redutseeriva, hiljem oksüdeeriva leegiga 1300—1480° C juures 24—40 tunni jooksul. Teisele põletamisele võib järgneda veel kolmas, nn. dekoratiivpõletus, näit. portselanivärvide ja -kulla põletus, mida teostatakse muhvelahjudes ca 700—800° C juures.

Põletatud portselanesemed kannatavad väga kõrget temperatuuri, ilma vormi osaliselt või olüliselt muutmata, kivistuvad ning omavad elektriisoleerimisvõimet.

Portselan erineb teistest keraamikakaupadest oma valguseläbilaskvusega. Ehtportselan on murdelt tihe, lohklik, õhukestes tükkides läbihelendav, murdekohalt väga peeneteraline ning läikiv ja keele külge kinni ei hakka.

Portselani liike on mitmesuguseid, olenevalt massi koostisest, värvusest ja valmistusviisist. Vastavalt sellele tuntumatest portselani eri liikidest võiks nimetada järgmisi.

K õ v a i s o l a t s i o o n i p o r t s e l a n. Tooraineks on kaoliin, põllupagu, kvarts, talk, magnesiit jne. Põletatakse kõrges temperatuuris 1400—1500° C vahel. Valmistatakse elektrotehnilisi isolaatoreid, laboratooriumi-tiigleid, kausse, tarbeasju ja kunstiesemeid.

P e h m e i d p o r t s e l a n e o n m i t u e r i l i i k i; nad on rikkad ränihappe ja sulandajate poolest ning oma keemiliselt koostiselt lähenevad klaasile. Siia kuuluvad:

1) K l a a s- e h k f r i t t p o r t s e l a n. Toorainet tihendatakse sellega, et kipsisisaldavat merglit ja kriiti sulatatakse klaasitaoliseks massiks, mida lisandatakse jahvatatult portselanimassile. Frittportselani põletatakse ca 1200—1350° C juures; ta on kollakam ja läbipaistvam võrreldes kõva ehk põllupao-portselaniga, kuid ei kannata temperatuuri muutusi.

2) B i s k v i i t p o r t s e l a n, s. o. glasuurimata portselan, mida kasutatakse peamiselt iluasjade, kujukeste jne. valamiseks; põletatakse 1200—1300° C juures.

3) I n g l i s e ehk nn. k o n t p o r t s e l a n. Sisaldab kaoliini, fosforhaput lupja (kondituhka) ja ränihapet (SiO_2); põletatakse 1200—1300° C vahel, tarvitatakse kunstiesemete ja iluasjade valmistamiseks.

b) K i v i k a u p.

Kivikaupa valmistatakse tulekindlast, rammusast, tihedakspõlevast savist, mis värvilt on hall või pruun. Sulandajatena lisandatakse liiva ja põllupagu ning põletatakse 1200—1350° C vahel. Vastavaid saviliike leidub looduses ka toorelt, mille koostist ei tarvitse enam muuta. Säärane savi kivistub põletamisel, kuna tema paakumis- ja sulamistemperatuuri vahe on suur, muutudes ühtlasi happe- ja veekindlaks.

Selle kauba liiki kuuluvad roiskveetorud, happekindlad nõud, igasugused pudelid, keedunõud ja paljud teised tarbeasjad, mida tarvitatakse glasuuritult ja glasuurimata.

Harilik kivikaup glasuuritakse kas keedusoolaga, mida visatakse esemeile põletamise ajal, või kõrgahju räbuga, mida kantakse nõudele enne põletamist.

c) Fajanss.

Fajanss-savi erineb harilikkudest savidest oma peene massi poolest, sisaldades 30—50% lubjapagu, ning ta peab olema täiesti rauavaba. Põletatult on ta punakas või valge, erinedes portselanist selle poolest, et tema killukoht on muldne, tuhm, urbne (hakkab keele külge kinni), samuti on ta valguseläbilaskvus palju nõrgem võrreldes portselaniga.

Fajansse on kahte liiki:

1) Peen- ehk põllupaorikas fajanss. Tema tooraineks on põllupaorikas savi vähese kvartsi sisaldusega. Peen- ehk inglise fajanssi põletatakse 1150—1300° C piirides, algul ilma glasuurita ja teistkordselt kapslites glasuurituna. Fajansskaupa valmistatakse ka nn. portselanglasuuriga, s. o. värvitu booraksglasuuriga; parimast materjalist valmistatud esemeid nimetatakse poolportselaniks.

2) Harilik ehk lubjarikas fajanss. See nõuab põletamisel madalamat temperatuuri, ca 1000—1150° C; võrreldes inglise fajansiga on palju pehmem (terariistaga kraabitav). Hariliku fajansi mass on tavaliselt punakas või kollane, glasuurina kasutatakse läbipaistmatuid ja värvitud tinaglasuure.

Fajansskaupa on üldiselt võimalik rikkalikult dekoreerida glasuurialuste ja -pealsete värvidega; tarvitatakse ka maalimist metallihapendite soolade lahuste abil, odavuse mõttes aga kasutavad keraamikatööstused laialdaselt äratõmbepilte, s. o. fajanssesemete mehaanilist katmist trükitud mustritega.

Fajanssesemete hulka kuuluvate taldrikute, tasside, tirinate, kausside, vaaside ja teiste tarbeasjade glasuur ei ole aga soojusevahelduskindel, seepärast pole fajanssesemed nii vastupidavad kui portselan, pragunevad ja kuluvad tarvitamisel.

d) Liht- ehk pottsepakaup.

Lihtkaupa valmistatakse harilikust poorsest rauarikkast punasest savist, mida vajaduse korral lahjendatakse liivaga ja põletatakse madalalt, ca 1000° C piires.

Paremat lihtkaupa nimetatakse veel majoolikaks, mis aga erineb ajaloolises tähenduses mõistetavast majoolikast, mille all mõeldakse värvuselt valge tinaglasuuriga kaetud vaase, iluesemeid jne., millele on kantud rikkalik muuvärviline dekoratsioon ning millise kaunistusviisi algkoduks oli Itaalia 15. sajandil.

Pottsepa-majoolikaks aga nimetatakse niisugust savikaupa, mis on valmistatud raua- ja lubjarikkast kollaka värvusega savimassist, mille lubjasisaldus tihti ulatub 30%-ni.

Säärasest savist vormitud esemeid kaetakse läbipaistmatu (Pb + Sn) glasuuriga. Lubjasisaldus teeb savimassi tihedaks, mille tõttu selle põletamisel ei teki nii suurt kokkutõmbumist, mis on iseloomulik harilikule pottsepasavi massile. Majoolikaesemete põletamine toimub 900—1000° C piires. Siia kuuluvad glasuuritud ja mustriga kaunistatud ahjupotid, kaminakivid, seinafriisid, põrandaplaadid jne.

Glasuurimata pottsepakaupa aga nimetatakse keraamikas terrakottaks; teda tarvitatakse lillepottideks, aia ilustusteks, jahutajateks, piipudeks, mosaiikkivideks, segatuna sõtkutud telliskivi killudega jne.

Kõige lihtsama tooraine hulka kuulub aga nn. tellissavi, mis on lähteaineks mitmesuguste telliste liikide, ahjukivide, klinkrite jms. valmistamiseks, ning kuna telliskivi on tähtsamaid kunstkive ehitusasjanduses, siis vaatleme siinkohal tellisetootmise arenemist Eesti NSV-s ajalooliselt, kui ka tellise valmistamise tehnoloogilist protsessi.

D. Tellised.

1. Eesti NSV tellisetööstuse arenemislugu.

Eesti maapinnas leidub rohkesti häid saviademeid, millede kasutamine ehitusmaterjalide valmistamiseks oli tuntud juba vanast ajast. Kõige rohkem aga on savi toorainena leidnud kasutamist tellisetööstuses.

Enne esimest maailmasõda tegutses Eesti territooriumil ca 150 tellisetehast, kogutoodanguga umbes 30 milj. tellist aastas, millest $^2/_3$ tarvitati siseturul, kuna ülejäänud osa, s. o. ca 10 milj. kivi, turustati mujale, eeskätt Soome, Peterburi, Lätti jne.

Tellisetehaste asutajaiks kui ka omanikeks olid tol ajal enamikus mõisnikud; tehaste seadeldised ja tööviisid olid ühetüübilised ja üliprimitiivsed: savi kaevati ja segati käsitsi, kuna sõtkumine ja valmismassi vormimine telliskivideks toimus kas käsitsi või hobusejõul ümberaetava pressi abil. Kivide põletamine toimus tavaliselt lihtpõletamisahjudes, kusjuures küttematerjalina kasutati puid. Hilisemal ajal alles hakati ehitama uuetüübilisi tellisetehaseid, samuti täiendades ja parandades osalt ka vanu tehaseid. Tootmisprotsessi mehhaniseerimise alal tehti edusamme, kusjuures mitmes suuremas tehases seati sisse kivide põletamiseks hofmani-süsteemilised

ringahjud, teisalt püüti hakata kasutama võimalikult rohkem odavamat küttematerjali, nagu turvast, kände jne.

Esimese maailmasõja puhkemisega jäi osa telliskivitehaseid tööliste mobiliseerimise kui ka ehitustegevuse lõppemise, küttematerjali puuduse ning ärevate aegade tõttu seisma. Pärast sõjaaegset seisakut ulatus patendiga töötavate telliskivitehaste arv kodanlikus Eestis 1922. a. 58-le, mis 1924. a. jõudis juba 95-le, kuid sellest peale algas ettevõtete arvu langus ja nimelt 1926. a. 73-le ja 1934. a. 30-le. Peale nende suuremate telliskivitehaste töötas veel terve rida kohaliku tähtsusega (patendita) väiketööstusettevõtteid, millede kohta aga andmed täielikult puuduvad.

Peale savitellisetehaste asutati 1910. a. veel liivatellisetehas «Silikaat», aastase toodanguga 2—4 milj. kivi, ja a. 1929 põlevkivituhatellise tehas Balti Puuvillavabriku juurde, võimsusega ca 3,5 milj. kivi aastas.

1936. a. majandusloenduse andmeil töötas Eestis 10 suurtööstust (liiva- ja põlevkivituhatellise tehased kaasa arvatud), 75 keskmist tööstust ja 78 kohaliku tähtsusega väiketööstust, kokku 163 tellisetehast. Suurkäitiste osatähtsus kogutoodangus oli seejuures üle 55%.

Kui I maailmasõja eelsel perioodil meie telliskivitehaste aastane toodang moodustas ca 30 milj. kivi, siis kodanlikus Eestis ta vähenes 10—15 milj. kivini. Ainult konjunktuuri kõrgseisu ajal, s. o. 1936. a., ulatus kõigi kolme liigi (savi-, liiva- ja põlevkivituhatellised) 34,3 milj. kivini, millele hiljem jälle järgnes langus.

Hinnates ehitiste tulekindlust, algatati kolme moodsa tellisetehase asutamist, eesmärgiga alandada telliste hinda ja tõsta nende kvaliteeti, ning juba 1938. a. töötas kaks moodsat tellisetehast — Sindi-Lodjas (Pärnu lähedal) ja Aseris, kolmas tehas aga oli ehitamisel Tallinnas, Kopli poolsaarel.

Tellisetööstus on eeskätt toormaterjalile orienteeritud tööstusharu, mida on võimalik rajada vaid sinna, kus leidub kohapeal küllaldaselt kõlblikke savilademe id. Suurt tähtsust etendab ka turu asukoha küsimus, selle lähedus ja ühendusolud temaga, kuna transpordikulud on teatavasti väga mõõduandvaks teguriks. Üheks oluliseks momendiks on veel kahtlemata kütuse saadavus.

Lähtudes neist seisukohtadest ongi tegelikult kujunenud meie tellisetehaste territoriaalne levik. Valdavam osa suuremaid käitisi on koondunud linnade (näit. oli enne Isamaasõda Harjumaal 28 tellisetehast, nendest suuremad Loksa, Valtu, Rapla jt.) kui tähtsamate telliste tarbimiskeskuste ning liiklusteede lähedusse. Mõned suuremad käitised (näit. Loksa, Aseri jt.) asuvad

küll tähtsamaist tarbimiskeskusist eemal, kuid neil on transpordiolud soodsamad (veeteid kaudu) kui teistel.

Vaatamata uute moodsate tellisetehaste püstitamisele ja käikulaskmisele, oli telliste tarvidus Eestis veel siiski võrdlemisi madalal järjel, mis oli tingitud asjaolust, et meie tellisetööstus on valdavas osas rajatud enne esimest maailmasõda ega vasta kaugeltki aja nõudeile; teiselt poolt pikema aja vältel, s. o. 1926.—1937. aastani ei teostatud mingit tellise tootmisprotsessi ratsionaliseerimist, mispärast eriti kriisiaastail näis meie tellisetööstuse produktiivsus langevat odava tööjõu tõttu, mida kasutati võrdlemisi ebaratsionaalselt.

Alles 1940. aastal, seoses suure sotsialistliku ülesehitustööga kogu vabariigis, kasvas meil valmistatavate telliste arv 34,6 milj. tükile, mis ületas nii tsaariaegset kui ka kodanliku ajajärgu tootmistaset; käsil oli laiaulatuslik tellise tootmisprotsessi mehhaniseerimine ja ratsionaliseerimine.

Kuna kodanlikus Eestis savitelliste tööstus põhines eeskätt puitküttel, siis tingituna meie praegusest kütteasjanduse reorganiseerimisest ning laiaulatuslikust taastamis-ülesehitus-kavast kujuneb kogu meie rahvamajanduse huvide seisukohalt küttepuidu asendamise küsimuse lahendamine tellisetööstuses kohalikkude ja odavamate kütteainetega, nagu põlevkivi, turvas jms., kui ka tellisetootmise protsessi otsustav mehhaniseerimine ja ratsionaliseerimine — meie tellisetööstusharu kesksek probleemiks.

Nõukogude majandussüsteemis telliste kui ka kõigi teiste ehitusmaterjalide tootmine Eesti NSV-s on koondatud meie Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumi kätte, mille bilansil on järgmised suuremad tellisetehased, nagu: Aseri, Loksa, Tallinna, Pärnu, Ilmatsalu, Vanaaseme jt., kokku 12 ettevõtet, millest neli suuremat on praegu välja renditud teistele ministeeriumidele ja keskasutistele.

1946. a. tellisetehaste toodang oli plaanitud 35,2 milj. tükile, millest 17,5 milj. tk. langeb Eesti NSV Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumile ja 17,5 milj. tk. väljarenditud tehastele, millega taastatakse tellisetoodangu ennesõjaaegne tase.

Tingituna meie laiaulatuslikust taastamis- ja ülesehitustöö kavast, lastakse meil käiku 1948. a. uus tellisetehas Tartus; on ette nähtud Aseri ja Tõlliste tehase taastamine, laiendamine ja rekonstruktsioon.

Neljanda stalinliku viisaastaku läbilõikes kujuneb savitelliste tootmine Eesti NSV-s järgmiseks:

Tabel 14.

Jrk. nr.	1946—1950 / Savitellised:	Mõõtühik	1946	1947	1948	1949	1950	1945	1940
1.	ENSV Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeerium	milj. tk.	17,7	20,1	26,1	30,1	30,1	12,1	34,6
2.	Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumi väljarenditud tehased	„	17,5	25,5	26,5	26,5	26,5	—	—
3.	Teised ministeeriumid ja keskasutised		—	8,0	27,0	27,0	27,0	—	—
	Kokku:	„	35,2	35,6	79,6	83,6	84,1	12,1	34,6

Nagu tabelist nähtub, tõsteti meil telliste toodang juba 1946. aastal sõjaeelsele tasemele, 1950. aastal aga moodustab tellistetoodang ca 240% 1940. a. ehk 700% 1945. a. võrreldes, mis tagab meie tööstuse, kommunaalmajanduse jt. rahvamajandusalade taastamist ning Eesti NSV õitsengut.

2. Tellissavi ettevalmistamine.

Meie harilik savi on looduses enamasti kihiline, kusjuures kihtide omadused ja koostis võivad erineda. Sellepärast ei saa otse väljakaevatud savi ilma ettevalmistuseta kivide vormimiseks tarvitada, kuna kivid tuleksid väga ebaühtlased ja nõrgad.

Savi väljavõtmine august toimub vastavalt savi omadustele kas labida, lõhkeainete või viimasel ajal ikka enam ja enam baggerite abil. Väljakaevatud savi väga tähtsaks ettevalmistuseks oli kõige vanematel aegadel ja on ka tänapäeval selle läbikülmutamine talvel. Savi väljavõtmine august toimub tavaliselt sügisel, misjärel ta laotakse hunnikutesse ja jäetakse talv läbi sedaviisi külma, vihma ja päikese kätte seisma, vahetevahel teda labidaga ümber kaevates. Lebutamisaja jooksul toimuvad savis mitmesugused keemilised ja füüsikalised protsessid, mis teevad savi ühtlasemaks, kobedamaks ja hõlbustavad ta edaspidist segamist. Asendamatut tähtsust evib savi läbikülmutamine eriti kvaliteetkauba valmistamisel, nagu katusekivid, fassaadi- ja korstnakivid, mis sellel lebutamisel omandavad erilist vastupidavust ilmastikuoludele.

Savimaterjali segamist on teostatud aastatuhandeid peaaegu muutmatult jalgadega sõtkumise teel või loomadega ringiveetavate

rataste abil. Alles möödunud sajandi algul leiutati püstsegajad ning veel hiljem savi ettevalmistamise ja pressimise erimasinad.

Moodsates telliskivitehastes kasutatakse nüüdsel ajal savimassi ühtlasema ja peenestatuma segu saamiseks erilist mehaanilisel jõul töötavat valtsimismasinat. Masin koosneb kahest vahetatavate hammastega valtsist; üks neist tiirleb aeglasemalt ja on savi juhtimiseks valtside vahele, teine aga pöörleb palju kiiremini ja on savi pihustamiseks. Peenendamisel purustatakse valtside abil kõik savis leiduvad suuremad materjali tükid; eriti tähtis on aga, et saaksid purustatud lubjatükid.

Ka savimassi segamine ja sõtkumine toimub suuremates tehastes eranditult masinatega. Selleks segatakse savi enamasti silindrilisis püstsetes anumais, mille keskel pöörleb labidatega varustatud võll; ka anuma seina sisekülg on varustatud labidatega või nugadega. Savimassi segamist toimetatakse märjalt, s. o. savile vajaduse järgi vett lisandades.

Kui tellissavi ettevalmistamiseks piisab lihtsast valtsimisest ja läbisegamisest, siis kallimate materjalide valmistamisel, nagu voodrikivid, plaadid jne., tarvitatakse veel erivõtteid, näit. toormaterjali pesemist, õhustamist, kuivatamist, jahvatamist ja sõelumist.

Täiesti kindla koostisega materjali saamiseks segatakse savi suure hulga veega, et ta muutuks täiesti vedelaks; sellest segust sadestatakse eri peenuses materjali ja lõpuks puhas savi, mida segades tarviliste lisaainetega saadakse vajaliku koostisega lähtematerjal.

Olgugi et telliste valmistamisel omab savi ettevalmistamine väga suurt osatähtsust, ei toimu see tihti mitte just korralikult, eriti ei peeta savi väljas lebadalaskmise nõudest kinni, mille tulemuseks on ebaühtlased ja nõrgad kivid.

Kuna savi ettevalmistamine on paratamatu heade telliste tootmiseks, siis tuleb veel silmas pidada ka seda, et ka iga liigne ületöötamine võib kujuneda savi omadustele väga kahjulikuks, muutes teda ebaplastiliseks, «väsitades» savi ära. Sellepärast tuleb savi ettevalmistamist toimetada ainult niipalju, kui seda antud savi omadused tingimata nõuavad.

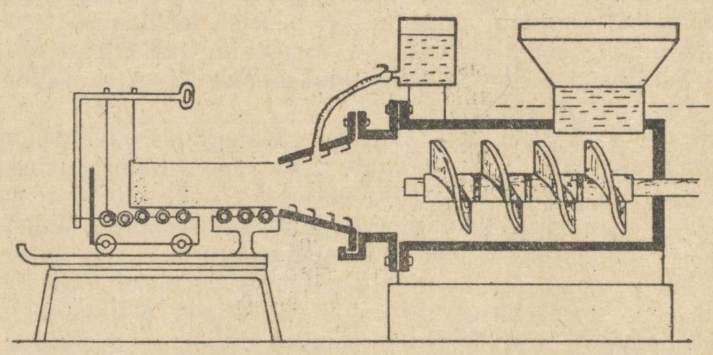
3. Saviplonnide vormimine.

Tavaliselt ettevalmistatud savist vormitud toorkivi nimetatakse plonniks. See vormimine võib toimuda kas käsitsi või masinate abil. Käsitsi-vormimisel asetatakse savi vastavasse puust vormi ja surutakse seal kokku; kivi pind ei saa seejuures küll nii

sile, kui masinatega vormimisel, kuid käsitsi-valmistatud kivi seostub seetõttu pärast paremini mördiga.

Masinatega vormimisel tarvitatakse nn. presse, mis on kahte liiki — pael- ehk lintpressid ja kastpressid.

Pael- ehk lintpressid on meie telliskivitööstuses kõige rohkem levinud. Selle pressi olulisemaks osaks on savi segav ja edasiajav tigu, mis telliskivi mõõtudele vastavast seadeldise avausest toorsavi välja pressib. Pressi avause kuju on muudetav pressi suudmesse uue padruni asetamise teel, mis võimaldab näit. ka katsekivide, õõnsate telliskivide jms. valmistamist sama pressiga.



Joon. 21. Tellise pael- ehk lintpress.

Pressi avausest väljasurutav savipael juhitakse erilisele puust alusele ja lõigatakse traatide abil üksikuteks kivideks, mis lähevad kuivatamisele.

Paelpresse on kahesuguseid, horisontaalseid ja vertikaalseid; esimene tüüp nendest on tarvitatavam.

Kastpressis toimub plonni vormimine kas vähese veega või päris kuivalt. Selleks pressitakse kuiv savipulber hüdrauliliste pressi de või kangide abil tugevasti kokku. Sääraselt vormitud plonn ei vaja kuivatamist ja läheb otseselt põletamisele. Kastpressis vormitud plonne põletatakse kõrgemas temperatuuris, kui teiste vormimisviisidega valmistatud kive. Kastpresside abil valmistatavad tugevasti põletatud kivid on väga tihedad, rasked ja vastupidavad.

Kastpresse tarvitatakse keerukamate kivide, näit. katusekivide valmistamiseks, mis meie tellisetööstuses pole levinud.

4. Plonnide kuivatamine.

Värsket plonni ei või kohe põletada, sest niiskuse kiirel auramisel võib ta praguneda ja koguni ära laguneda; sellepärast tuleb plonne enne nende põletamist aeglaselt ja ühtlaselt kuivatada.

Eriti tähtis on plonnide kuivatamine peenemate esemete valmistamisel, nagu torud, paremad katusekivid jne.

Kuivatamise aeg on sõltuv ilmastikust, kuivatusviisist, savi omadustest, niiskusest jne. Küllalt kuivanud plonn ei tohi sõrme jälgi järele jätta, samuti ei tohi plonni murdekoht olla tema välispinnast tumedam.

Plonnide kuivatamine võib toimuda kahel viisil: loomulikult ja kunstlikult. Loomulikul kuivatusel laotakse plonnid teatud vahedega ja kuivatatakse neid lageda taeva all või kuurides, katuste all; viimane kuivatusviis on parem, kuna siis on plonnid kaitstud vihma ja päikese eest. Meie oludes kestab loomulik kuivatus suvel ca 20 päeva.

Kunstlikud kuivatised on väga mitut liiki ja neis kasutatakse enamasti soojendatud õhu läbipuhumist plonnidega täidetud ruumist.

Meil on kunstlikud kuivatised vähe levinud. Ainult moodsad telliskivivabrikud, nagu Aseri, Sindi jt., tarvitavad kunstlikku plonnide kuivatamise süsteemi, teistes aga teostatakse kuivatamist loomulikult, enamasti kuurides.

5. Plonnide põletamine.

Kõrgetemperatuurilisel põletamisel savi omadused muutuvad täiesti. Kuna savi koosneb õige mitmesugustest ainetest, mis kõik on erinevad oma sulamistemperatuurilt, siis põletamisel kergesti sulavad ained täidavad raskesti sulavate vahed ja nii paakub kogu savimass kõvaks kiviks, mis vees enam ei lagune.

Kõige kõrgemat sulamistäppi evib puhas savi, ca 2050° C; mitmesugused lisandid, nagu liiv, lubi, rauaühendid jne., mõjutavad sulamistäppi oluliselt, ning vastavalt lisandite hulgale ja liikidele on tavalise loodusliku savi sulamistäpp 1000—1800° C vahel.

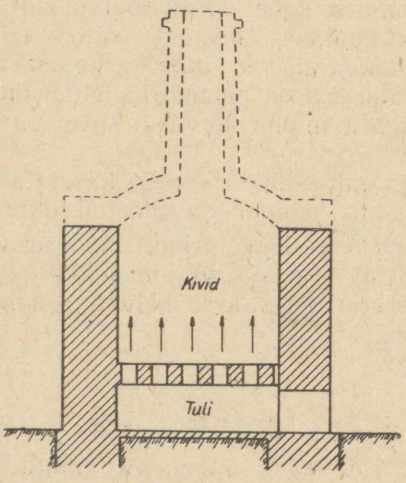
Põletamistemperatuurilt jaotatakse ehituskive kahte liiki: poorseiks ehk urbseiks ja tihedaiks. Poorsete toodete põletamine toimub allpool ainete paakumistemperatuuri. Sellised tooted lasevad vett ja gaase läbi, imevad endasse vett ja veekindlaks tegemiseks vajavad välist glasuurimist. Siia kuuluvad enamik ehituskive: tellised, katusekivid, ahjukivid jne.

Tihedate toodete põletamine toimub kõrges temperatuuris materjali paakumisel, s. o. lähedal sulamistemperatuurile. Ehitusmaterjalidest kuuluvad siia klinkerkivid, kanalisatsioonitorud jms.

Kivide põletamine toimub erilistes ahjudes, mille liike on väga palju. Kõiki neid aga võib jaotada kahte suurde rühma ja nimelt: perioodiliselt ja pidevalt töötavad ahjud.

A. Perioodiliselt töötavad ahjud.

Kõige primitiivsemates ahjudes toimub kivide põletamine nende otsesel kokkupuutel leegiga; nad on ebaökonoomsed, kuna põlemisgaasid liiguvad otse alt üles ja lahkuvad kõrge temperatuuri juures; nende suuremaks paheks aga on, et sellise algelise põletamisviisi juures alumised kivid ülepõletatakse, ülemised aga saavad liiga vähe põletatud, millest tekib palju praaki. Nende ajutiste, tihti korstnata ahjude liiki kuuluvad meie väikestes tööstustes tarvitusel olnud kivilöövid, näit. meie vanad mõisade tellisepõletamisahjud.



Joon. 22. Primitiivne tellisepõletamisahi.

Lihtsamate esemete põletamiseks, nagu tellised, katusekivid, savipotid jne., on rohkem tarvitatav nn. kasseli ahi.

Kasseli ahi koosneb pikergusest põletamisruumist, mille ühes otsas asetseb kütterest, teises otsas on aga tõmbe reguleerimiseks korsten. Toodete põletamine kasseli ahjus toimub ilma leegi otsese kokkupuuteta põletatavate esemetega, kuna põletamisruumi pääsemiseks peab leek läbima võrgukujuliselt üleslaotud vaheseina.

See ahi annab põletamisel juba märksa ühtlasema materjali ja teda tarvitatakse mitmesuguste savist esemete põletamiseks.

Peenemate saviesemete põletamiseks ja glasuurimiseks tarvitatakse veel nn. kolme- või kahekordseid püstleekahje; need ahjud on ökonoomsemad võrreldes kasseli ahjuga, kuna siin leek läbib kaks või kolm üksteise kohal asetsevat kuumutuskambrit, millega saavutatakse suurt soojuse kokkuhoidu. Peale selle võimaldavad mitmekordsed leekahjud teostada samaaegselt nii toorpõletust kui

ka glasuuri ja kapslite põletamist. Nii kasutatakse näit. ahju ülemist ruumi kapslite põletamiseks, keskmist — toorpõletamiseks, kuna alumine ruum, kus temperatuur on kõige kõrgem (ca 1600° C), on glasuuri põletamiseks.

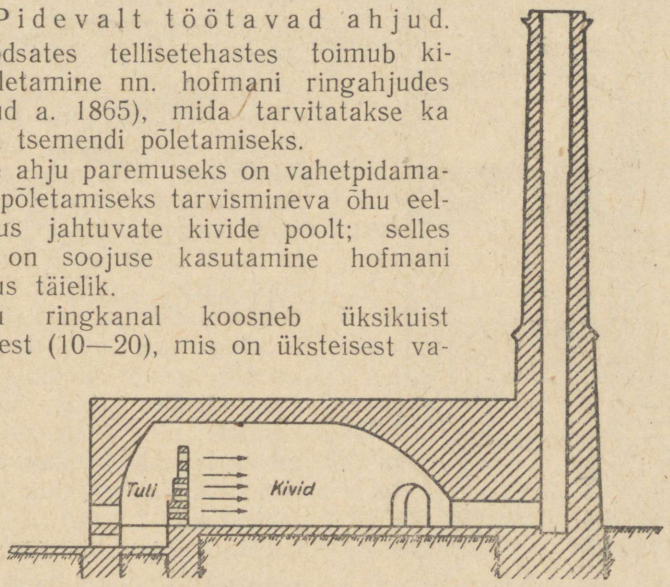
Nimetatud ahjudes on kütte- ja põletamisruumid eraldatud ja neid tarvitatakse ahjupottide, kamina- ja fassaadikivide, peenemate keraamikaesemete, nagu portselani ja fajansi, kui ka telliste, savist katusekivide jms. põletamiseks.

B. Pidevalt töötavad ahjud.

Moodsates tellisetehastes toimub kivide põletamine nn. hofmani ringahjudes (leiutatud a. 1865), mida tarvitatakse ka lubja ja tsemendi põletamiseks.

Selle ahju paremuseks on vahetpidamata töö, põletamiseks tarvismineva õhu eelsoojendus jahtuvate kivide poolt; selles mõttes on soojuse kasutamine hofmani ringahjus täielik.

Ahju ringkanal koosneb üksikuist kambritest (10—20), mis on üksteisest vaheseintega eraldatud ning täidetakse järk-järgult põletatavate esemetega. Kambrite avaused müüritakse kinni ja võetakse lahti tarviduse järgi, vastavalt sellele, milliste kambrite kaupa üksteise järel põletamist teostatakse. Tingituna sellest hoitakse lahti ainult need avaused, millede kaudu õhku ühest kambrist teise pääseb ja millede kaudu toimub kambrite tühjendamine ja täitmine.

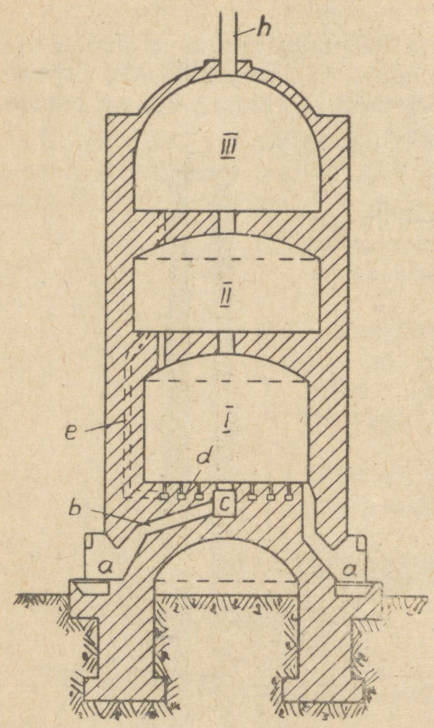


Joon. 23. Kasseli ahi.

Tule edasijõudmisega tühjendatakse tagapool asuvad kambrid, kus põletatud materjal on juba küllaldaselt jahtunud, ja vabanenud kambrid täidetakse uute tooresemetega.

Hofmani ahjud töötavad nii tahke kui ka gaasküttega; tahke kütteaine korral on soovitatavam selline kütus, mis annab pikema

leegi, soojendades sellega ahju suuremas ulatuses ja ühtlasemalt. Kütteaine andmine ahju toimub ringahju põletamiskanali laes olevate avauste kaudu. Seda aga ei tehta mitte terve kanali ulatusel korraga, vaid järgemööda ikka ainult ühe, põletamisprotsessist oleneva avause kaudu. Sellega saavutatakse seda, et põletamiseks vajalik õhk läbib kõik kambrid, soojeneb juba valmispõletatud materjali poolt ja viib saadud sooja järgmistesse kambritesse, nii et ta jõuab põlevasse kambrisse juba eelsoojendatuna. Teiseks ringahju paremuseks on tema majanduslikkus: ta tarvitab umbes 5 korda vähem kütust sama arvu kivide põletamiseks kui püstahi.



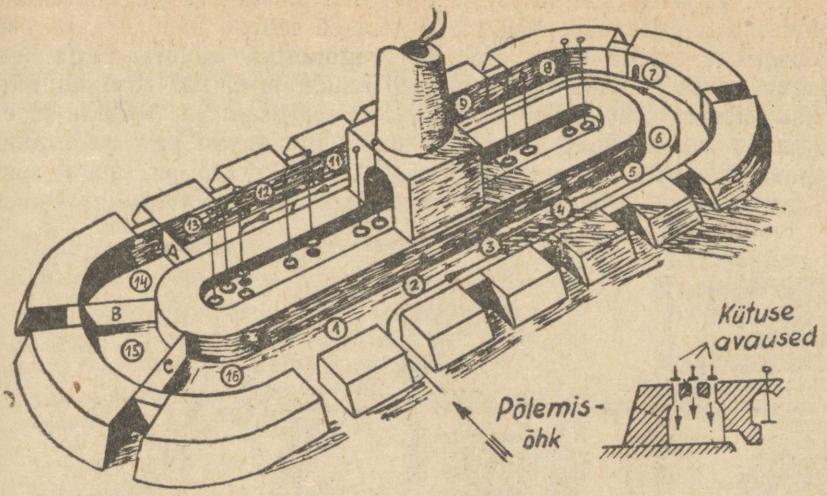
Joon. 24. Kolmekordne püst-leekahi. *I, II, III* — põletusruumid, *a* — rest, *b* — küttekanal, *c, d* ja *e* — avaused ja kanalid seintes, *h* — korsten.

Kuna tule edasitung ringkanalis peab sündima teatavas kindlas sihis, siis igal kambril on avaus-suitsutoru, mis avaneb suitsukanalisse, mille kaudu suits korstnasse juhitakse.

Hofmani ahje ei ehitata tänapäeval ringikujuliselt, kuna nad nõuaksid liiga palju ruumi, tekitaksid konstruktiivseid raskusi, annaksid suurt soojakadu jne., vaid pikergus- ja selle idee selgub järgmisest tena. Põhimõte on jäänud samaks skemaatilisest joonisest (lk. 127).

Skeemi selgituseks:

A, B ja *C* vaheseinad. Toorpõletamine toimub kambris «13», kuhu põletuskanali laes olevate avauste kaudu visatakse kütust. Kambrid «14» ja «15» on täidetud juba varem põletatud materjalidega. Kamber «16» on lahti müüritud, põletatud ja juba küllalt jahtunud esemete väljavõtmiseks.



Joon. 25. Hofmani ringahi.

6. Telliste tootmisprotsess moodsas tehases.

Meie suuremad ja moodsamad tellisetehased (Aseri, Pärnu, Tallinn-Kopli) on igaüks nii ehituselt kui ka masinate ja ahju konstruktsioonilt iselaadi, mis on tingitud savi erinevatest omadustest, osalt aga mitmetelt firmadelt tellitud masinatest.

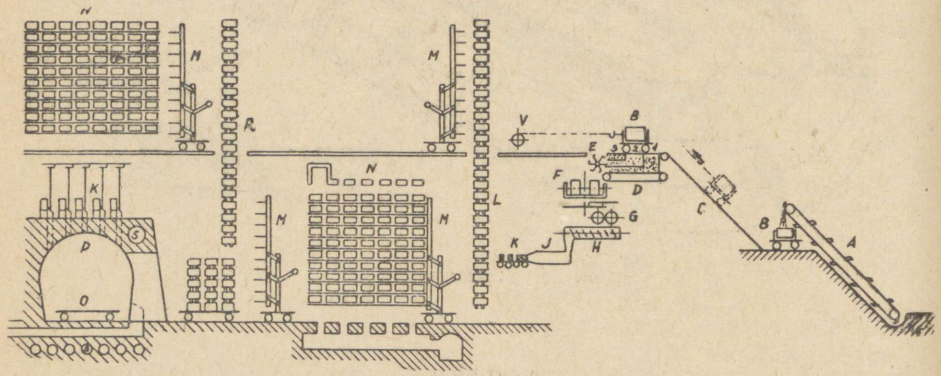
Vaatleme siinkohal Aseri tehase tootmisprotsessi, kus kogu töökäik on kaugeleulatuvalt mehhaniseeritud. Tehase normaalproduktsioon oli enne Suurt Isamaasõda 40 000—50 000 kivi päevas ehk 12—15 milj. kivi aastas. Tänapäeval Aseri telliskivitehas on taastamisel ja laiendamisel, kujunedes meil kõige suuremaks tellisetehaseks.

Aseri savi maa seest võetuna ei sarnane saviga harilikus mõttes, vaid kujutab endast kuiva kildkivi, mida varem lõhuti lõhkeainega ja laoti kivipuruna käsitsi vagonettidesse. Nüüdsel ajal savi väljavõtmine toimub baggerite abil.

Hariliku savi välimuse omandab Aseri savikildkivi alles pärast peenendamist ja vee lisandamist.

Aseri tellisetehase tehnoloogiline protsess seisneb lühidalt järgmises.

Savi väljavõtmine saviaugust ja selle puistamine vagonettidesse toimub baggerite abil. Vagonetid viiakse tehase ülemisele korrale rööbastikku mööda vintsi abil, kus vagonettide kallutamisega savi langeb erilisse täitekasti. Sama teed kaudu ja samal viisil toimetatakse täitekasti liiv, põlevkivituhk ja teised lisaained. Täitekastil on vastavad mehaanilised seadmed, mis võimaldavad savi ja mitmesuguste lisandite segunemist nõutavas vahekorras ja seega segu kindlat koostist. Täitekastist suunatakse hästi läbisegatud tellise-



Joon. 26. Aseri tellisetehase töökäigu skeem: *A* — savibagger, *B* — savivagonett, *C* — kaldtee savi ülestõmbamiseks, *V* — tõmbevints, *D* — täitekast, 1 — savi, 2 — liiv, 3 — põlevkivituhk, *E* — haspel, *F* — kollerveski, *G* — savivaltsid, *H* — segisti, *J* — tigupress, *K* — kivilõhkuja, *L* — elevaator, *M* — vanker plonnide viimiseks elevaatorilt kuivatisse ja sealt välja ümberlaadijale, *N* — kuivati, *R* — ümberlaadija, *O* — kuivade plonnide platvorm, *P* — põletusahi, *S* — kuumõhutoru, *K* — automaatsed kütmisaparaadid.

mass nn. kollerveskisse, kus toimub savi peenendamine. Peenendamise järel lisandatakse savile vajalisel hulgal vett ja saadud savimass juhitakse peenvaltside vahele. Valtside vahelt savi langeb erilisse segajasse ja sellest väljudes tigupressi. Tigu surub suudmest välja tellise mõõdetes savilindi, mille otsast eriline lõikeaparaat terastraadi abil plonnid ära lõikab ja plonnide paremaks kätega haaramiseks need teineteisest eemaldab. Valmis plonnid võetakse käsitsi lõikeaparaadilt ja asetatakse elevaatorile, mis plonnid kuivatisse viib. Aseri tehases toimub plonnide kuivatamine kunstlikult, milleks on kaks eri ruumi. Kuivatamiseks tarvilikku soojust saadakse põletamisahjult, jõumasina töötanud aurult, vahetevahel katlast värsket auru juurde lisades.

Küllaldaselt kuivanud plonnid laotakse erilistele platvormidele ja transporditakse need põletamiseks tehase ringahju. Ringahjus valmispõletatud ja jahutatud kivid laotakse käsitsi madalatele vagonettidele ja sõidutatakse ahjust ja hoonest välja laoplatsile, kus toimub telliste laadimine raudteevagunitesse nende sihtkohta saatmiseks.

7. Põletatud savist kivide liigid

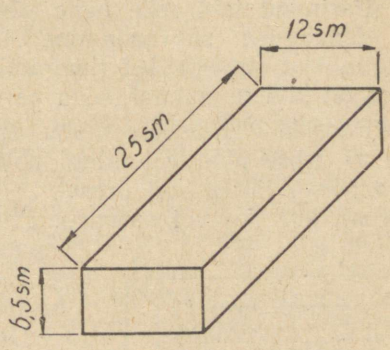
Kunstkivide liigitamise üldkriteeriumiks nende kõlblikkuse seisukohalt ehitiste püstitamiseks on kivide tähtsamad tehnilised omadused, nagu: kivide surve- ja paindetugevus, nende niiskusprotsent õhukuivas olekus, nende veeimavuse-%, soojusjuhtivus ja vastupidavus külmutusele (pudenemisprotsent); viimane nõue on eriti tähtis välismüürideks ja välisseinteks tarvitatavate kivide suhtes, kuna nemad peavad olema ilmastikukindlad.

Harilik tellis.

Põletamise astme järgi jaotatakse tellised kolme liiki:

a) tugevasti põletatud — väga tumeda värvusega väikese veeimavusega, väga kõvad, helisevad, kuid kergesti katkiminevad; sideainega ühinevad halvasti — tarvitatakse korstnateks, kõnniteedeks, alusmüürideks, välisvoodriks jne.;

b) keskmiselt põletatud — helepunase värvusega, sideainega hästi ühinevad — tarvitatakse ehitusmaterjaliks, kõlbavad igaks müüritööks;



Joon. 27. Harilik tellis.

c) vähe põletatud — värvilt valkjaskollased, määrivad käsi, pehmed, pudenevad — tarvitatakse sisemüürideks, ahjude vooderdamiseks jne.

Hea tellis peab olema vees täiesti lahustumatu, tellisepuru ei tohi soolhappes (HCl) anda süsihappegaasi; ta peab olema heleda kõlaga, vastupidav, külma, kuumutamise ja kiire jahutamise korral mitte pragunema.

Normaaltellise kaal kuivas olekus ei tohi olla alla 3,5 kg ega mitte üle 4,5 kg. Müürimise kiiruse ja tööhinna odavuse mõttes on tähtis telliste mõõdete reeglipärasus. Kodanlikus Eestis valmis-

tatud ehituskivid ei olnud mõõteilt ühtivad; peaaegu iga vabrik tarvitas muudest erinevaid, enamasti vanu tsaariaegseid mõõteid, mis pahatihti ei võimaldanud korrapärast müüri seotist.

Tänapäeval toodetakse meil telliseid üleliidulistes mõõdetes, s. o. 25 × 12 × 6,5 sm, kus esimene arv tähendab pikkust, teine — laiust, kolmas — paksust.

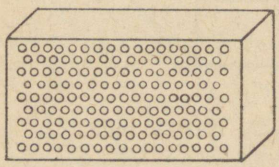
Hea tellis on paremaid majade ehituskive: ta on kerge, küllalt tugev, vastupidav ilmastikule, tulekindel ja — mis eriti oluline — ta on võrdlemisi halb soojusejuht.

Poorsed ja õõnsad tellised.

Telliste kõikide heade omaduste kõrval on nad siiski suure soojusjuhtivusega. Ümmarguselt võetuna on soojusjuhtivus tavalisel tellisel kümme korda suurem kui männipuidul. Olgugi et tavaline kakskivipaks tellissein on kolm korda paksem puitseinast, raiskab ta siiski kaks korda rohkem küttesoojust.

Parimaid teid selle pahe vähendamiseks on õhuvahede arvu ja üldkoguse suurendamine tellises, kuna poorsus soodustab loomulikku õhuvahetust (hingamist) läbi seinte. Seega — mida väiksem on kivi mahukaal, seda paremini takistab ta soojavoolu.

Pooride ehk urvete mahu suurendamiseks lisandatakse savile mingi urbse aine või mingi põleva aine puru, mis põletamisahjus ära põleb, jättes kivi urbseks. Selleks kasutatakse diatomiiti või turba-, kivisöe- või saepuru. Eriti soodus on saepuru, kuna ta on peaaegu igal pool kergesti kättesaadav. Seepärast ongi saepuru peamisi lahjendusaineid.



Joon. 28. Kärgtellis.

Urbse tellise puuduseks on aga tema nõrgem vastupanu külmale märjas olekus. Selle tõttu ei tohi teda tarvitada krohvita seina väliskihis.

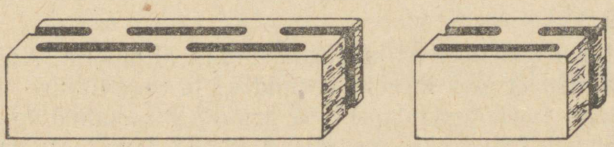
Urbse ehk kergtellise alaliigiks on nn. kärgtellis, mis on veel soojapidavam ja kergem kui urbne tellis. Kärgtellist saadakse veelgi saepuru hulga või õõnsuste arvu suurendamisega, võrreldes kergtellisega. Tema nimetus on tuletatud mesilaste kärgedest, kuna ta meenutab neid oma suure aukude arvuga.

Tellisesse jäetud suurte tühemete tõttu langeb urb- ja kärgtellise tugevus tunduvalt alla tavalise tellise tugevuse, ühes sellega langeb ka neist laotud müüri kandevõime. Teiselt poolt aga sama

võrra väheneb ka telliste valmistamiseks tarvismineva toorsavi hulk ja küttematerjali kulu nende kuivatamiseks ja põletamiseks.

Enne Suurt Isamaasõda meie tehased valmistasid nii auklikke kui ka saepurutelliseid.

Saepuru lisandamise asemel vähendatakse tellise mahukaalu veel õõnsustega ning saadakse nn. õõneskivid. Need kivid võivad olla hariliku tellise kujuga, sagedasti ka erikujuga, mis vastab igakordsele kivi otstarbele. Nii tarvitatakse neid lagede ehitamisel sooja- ja kõlakindluse saavutamiseks, tulekindlate vaheseinte ehitamisel jne. Meil on neid kive seni vähe toodetud.



Joon. 29. Õõneskivid.

Klinker.

Klinkerkivid on väga tugevasti (paakumiseni) põletatud klaasilise välimusega tellised. Nende vastupidavus rõhumisele on väga suur — 250—350 kg/sm^2, mida need kivid enamasti ületavad; on isegi saavutatud surutugevusi üle 1000 kg/sm^2. Klinkrid on vastupidavad ilmastiku mõjule, harilikust tellisest raskemad ning juhivad paremini soojust. Neid tarvitatakse igal pool, kus nõutakse suurt tugevust ja murenemiskindlust: kõnniteedeks, fassaadideks, reljeefideks, killustiku tegemiseks. Tööstuslikus ulatuses. Eestis klinkreid valmistatud ei ole.

Ahjukivid.

Ahjukive valmistatakse samuti nagu tavalist tellist vähe suurema liiva sisaldusega ja parajalt põletatuna. Ahju kütmisel põlevad ahjukivid järjest kõvemaks. Mõõtmeilt nad on harilikust kivist väiksemad.

Katusekivid.

Savist katusekivid kuuluvad heade kattematerjalide hulka, on ilusa välimusega, tulekindlad ja vastupidavad. Head katusekivid peavad olema heast materjalist, hästi põletatud, tihedad ja külmakindlad. Värvuselt on neid punaseid, rohelisi, halle ja isegi musti. Värvuse andmiseks kaetakse nende pealmine pind pressimisel vastava värviga, mõnikord ka glasuuritakse.

Torud ja hapetekindlad nõud.

Savist toodetakse veel mitmesuguseid torusid, näit. drenaažitorud, mida valmistatakse paelpressil; nad on poorsed ja mitte just väga vastupidavad. Palju tihedamad on nn. kanalisatsioonitorud, mis on hapetekindlad ja valmistatakse puhtast savist šamottpulbri lisandamisel.

Keemiatööstuse arenemisega on glasuurimata kivikaupade tarvitamine eriti suurenenud. Nii tarvitatakse happekindlaks põletatud nõusid hapete transportimiseks, retortideks, isoleerplaatideks ja teisteks tehnilisteks otstarveteks.

Ahjupotid.

Tarvitatakse glasuuritud ja glasuurimata ahjupotte. Neid vormitakse mehaaniliselt või kipsist vormides ja värvitakse enamasti kas roheliseks (vaskhapendiga) või pruuniks (pruunkiviga). Ahjupottide väärtust hinnatakse peamiselt nende vormi, mõõtmete ja glasuuri korralikkuse järgi.

Ehitusfajanss.

Seda tarvitatakse seinte voodriteks ruuduliste plaatidena, mis valmistatakse valgest fajanss-savist ja kaetakse väljastpoolt valge glasuuriga. Nad on tarvitatavad eriti vannitubades, köökides, haigemajades jne. Siia (fajansi rühma) kuuluvad veel pesukausid, klosetipotid, pissuaarid jne.

Tulekindlad kivid.

Savist valmistatavad tulekindlad kivid kannavad šamottkivide nimetust. Nende lähteaineks on eriline šamottsavi, mis koosneb harilikust ja tulekindlast (raua- ja kaltsiumivaba) savist. Šamottkive põletatakse väga kõrges temperatuuris, nad on enamasti poorsed, kerged ja heledad ega sula tules. Neid tarvitatakse ahjude sisemiseks voodriks kõrg-, koksi- ja tsementahjudes, kus kivid peavad alaliselt taluma kõrgeid temperatuure.

Eeltoodud savist ehituskivide ja tehnilise otstarbega esemete loetelu ei ole kaugeltki täielik. Nii näit. on savi veel lähteaineks nn. fassaadi voodrikivide, rihvaliste ja mitmevärviliste põrandaplaatide, karniiside, võlvide ja korstnakivide ning mitmesuguste teiste ehitusmaterjalide tootmiseks. Sellepärast on ilmselt arusaadav, et savitööstusel on hea toormaterjali küllaldase olemasolu korral tähtis koht ENSV rahvamajanduses.

4. Lubi.

Ehitusasjanduses sideainena tarvitatava põletatud ja kustutatud ehituslubja lähteaineks on meil laialdaselt esinev ja meie vabariigi aluspinda moodustav lubja- ehk paekivi — $CaCO_3$.

Täiesti puhast lubjakivi looduses ei leidu, ta sisaldab ikka mingeid kõrvalaineid nagu: savi, liiva, Fe-, Al-sooli ja teisi ühendeid. Sellepärast, mida puhtam on paekivi, seda paremat ehituslupja saadakse. Lubjakivi, milles on lisandeid üle 12%, lubjapõletamiseks ei kõlba.

Paekivi annab head lupja, kui ta sisaldab 97—98% $CaCO_3$, mis põletamisel annab kuni 54% CaO, s. o. kustutamata lupja; see on valge, amorfne urbne mass, mis sulanud olekus kristalliseerub peenikeste nõeltena ja veega ühinedes moodustab kaltsiumhüdraadi — $Ca(OH)_2$ ehk kustutatud lubja.

Keemiliselt puhas lubjakivi sisaldab 56% CaO ja 44% CO_2, sellepärast, mida lähem on neile arvudele lubjakivi analüüs, seda parem ta on.

a) Lubja põletamine.

Kustutamata ehk põletatud lupja saadakse lubjakivi põletamisel (õigemini kuumutamisel) lubjapõletamisahjudes, mida on õige mitut süsteemi. Need ahjud, nagu tellisegi põletamisel, on kas perioodiliselt või alaliselt töötavad. Kõige lihtsamad neist on nn. väliahjud, mis enamasti laotakse üles põletamiseks määratud lubjakivist. Põletamist teostatakse 9—14 ööpäeva jooksul, kusjuures see protsess jaguneb kolme perioodi: a) vee aurutamine, b) lubja põletamine ja c) ahju jahtumine.

Need primitiivsed ja ajutised ahjud annavad palju üle- ja alapõletatud lupja, samuti sisaldab sääraselt põletatud lubi kaasainena sinna põletamisel kukkunud tuhka, mis suuremal määral esinedes võib väga halvendada lubja mihust.

Kasulikumad on kõrged perioodiliselt töötavad ahjud, kuhu lubjakivi laotakse küttematerjaliga vahelduvate kihtidena (põletispuu, kivi-, pruunsüsi jne.), alumine kiht kütteainet süüdatakse põlema ning siis, kui kõik küte on ära põlenud ja ahi jahtunud, tühjendatakse nad kustutamata ehk põletatud lubjast.

Nende ahjude alaliigiks on veel nn. pikaleegilised ahjud, milledes küttekolded asuvad harilikult ahju alumise osa külgedel, nii et leek tungib ahju külje poolt. Siin kütus ei puutu otseselt põletatava materjaliga kokku, vaid ainult tuleleek. Need ahjud võimaldavad

pidevat põletamisprotsessi, kuna siin valmispõletatud osa lubjakivist võetakse välja ahju alumises osas oleva augu kaudu, ahju ülemist osa aga täidetakse pidevalt toore kiviga.

Suurema hulga lubja põletamiseks tarvitavad suuremad lubjatööstused uuemal ajal vahetpidamata töötavaid hofmani-süsteemilisi ahje, millede paremusteks on: a) vahetpidamata töö, b) põletamiseks tarvismineva õhu eelsoojendus põletatud materjali poolt ja c) põletatava lubjakivi eelsoojendus korstnasse minevate lahkgaasidega (vt. hofmani ringahi lk. 127).

Kõikidel neil põletamismenetlustel lubjakivist eraldub punasel hõõgumisel (800—900° C) täielikult süsihappegaas (CO_2) ja saadakse põletatud lubi — $CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$.

Põletatud lupja ei tohi kaua õhu käes hoida, kuna ta ajajooksul ühineb õhus leiduva süsihappegaasiga (CO_2), muutudes jälle lubjakiviks ja seega tarvitamiskõlbmatuks.

b) Lubja kustutamine.

Põletatud, kustutamata lupja ehk keemiliselt — kaltsiumihapendit (CaO) kustutatakse veega üle valades, mille tagajärjel saadakse kustutatud lubi ehk lubjahüdraat:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2,$$

mida tarvitatakse krohvi- ja müürisegudes sideainena.

Lubjakustutamisprotsess toimub suure soojuse eraldumisega (temperatuur tõuseb kuni 300° C), kusjuures lubi paisub mahus 3—3,5 korda.

Kustutatud lubi sisaldab keemiliselt ca 24% vett. Lubja kustutamisel ei ole soovitav tarvitada liiga palju vett, sest siis ei suuda lubi küllaldasel määral soojeneda, lubi praguneb ja puruneb vähe ning kustutamine ei toimu täielikult.

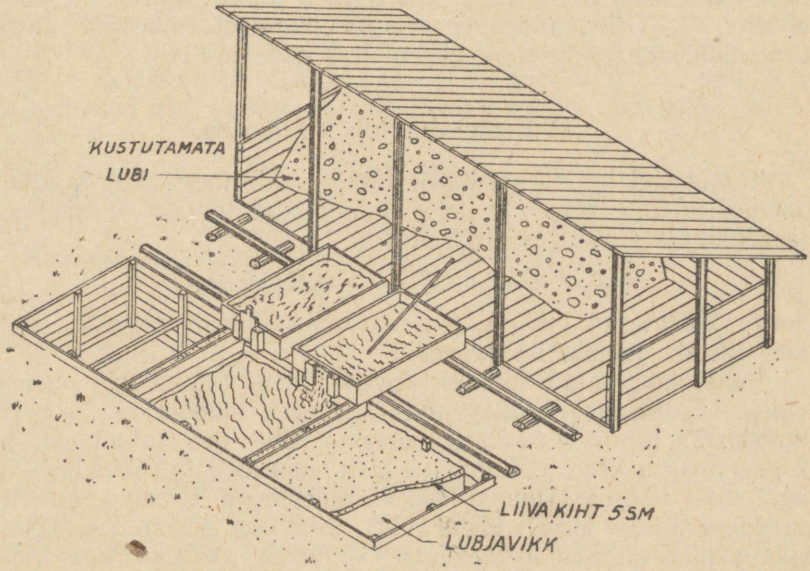
Hea puhas, nn. rammus lubi tarvitab vähem vett kui lahja lubi mittekustuvate kõrvalainetega, nagu liiv, savi jms. Niisugune lisandustega lubi annab kustutamisel mitte- ja aeglaselt kustuvaid jätteid, milledest osa jätkab kustumist pikema aja jooksul. Sellepärast, mida kauem lubjatainas seisab, seda tugevam on mört.

Värskelt kustutatud lubjatainast ei tohi võtta kohe tarvitusele, kuna mittekustunud terad võivad sattuda müürikivide või krohvimördi vahele ja tekitada edasisel kustumisel, mahu suurenemise tõttu, müüritises kui ka krohvis pragusid.

Lubja kustutamiseks lisatava vee täpne hulk 1 t põletatud lubja kohta kõigub 750—3500 liitri vahel, olenevalt sellest, milleks tahetakse lupja kustutada — pulbriks, tainaks või lubjapiimaks. Igal

juhul aga tuleb kustutamiseks võtta palju rohkem vett, kui seda oleks tarvis keemiliselt, sest suur osa kustutamisveest muutub suure soojuse eraldumise tõttu auruks. Kustutamiseks tarvišmineva vee alammääraks on ca 70% põletatud lubja kaalust. Korralikult kustutatud lubi ei tohi sisaldada üle 2% kustutamata osi, ta peab sõrmede vahel tunduma pehme ja ilma tükkideta.

Ehituslubi kustutatakse tavaliselt tainaks. Selleks kaevatakse ehitusplatsil maasse üks või mitu täisnurkset auku, millede põhi ja



Joon. 30. Lubjakustutamise skeem.

seinad vooderdatakse laudadega. Aukude kõrvale ehitatakse üks või kaks lubjakasti, kuhu asetatakse põletatud kustutamata lubi, ja valatakse sellele aeglaselt vett peale, kuni kustutamata lubja lahmakad muutuvad pulbriks. Selle järel lisatakse veel nii palju vett, et lubi muutuks lubjapiimaks, seda pidevalt mütaga või roobiga segades. Kui kogu mass muutub vedelaks ja ühtlaseks, lastakse see vedel lubjapiim voolata läbi lubjakasti põhjas oleva sõela maasse tehtud kasti, millega eemaldatakse lubjas leiduvad kõrvalained ja kustutamata jäänud osad, mis jäävad sõelale.

Auku voolanud lubjapiimast imbub üleliigne vesi maasse ja järele jääb paks lubjatainas ehk nn. vikk.

Lubja kustutamist skemaatiliselt näeme jooniselt 30.

Augus olevat lubjatainast võib säilitada määramata aja. Selleks kaetakse lubjaauk laudadega ja mullaga, nii et õhu juurdepääs lubjale oleks täiesti tõkestatud. Mida kauem lubi augus seisab, seda paremaks ta läheb, sest seda täielikumalt ta valmib. Lubi on tarvitamiskõlblik, kui taina pinnas ilmnevad umbes sõrmelaiused praod. Roomlased tarvitasid oma ehitusteks lupja, mis oli selliselt augus lebanud vähemalt 3 aastat ja nende ehitused üllatavad meid veel praegugi oma tugevusega. Ka vanas Tallinnas lubati ehitamisel tarvitada ainult üle 2 aasta vana lupja. Igal juhul on aga nõutav, et harilik müürilubi seisaks niimoodi vähemalt 1 nädal, krohvilubi aga rohkem — vähemalt 3 nädalat.

c) Kustutatud lubi sideainena.

Kustutatud lubja tarvituselevõtmine sideainena on rajatud ta omadusele tugevneda õhu käes, ammutades temast süsihappegaasi ja seejuures kivistudes alljärgnevalt:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Seega kustutatud lubi, ammutades õhust süsihappegaasi, muutub jälle kõvaks lubjakiviks ja veeks.

Puhas kustutatud lubi ei kõvene õhus (ainult pinnalt), selle võime ta omandab kruusa juurdelisamisel, millega ta koos veega moodustab mördi. Tavaliselt võetakse ühe osa lubjataina peale 2,5—4 mahtu kruusa. Lubja ja liiva vahekord tuleb valida nii, et kõik liiva õõnsuse ruumid oleksid sideainega täidetud. Ainult nii saadakse tihe ja küllalt tugev mört. Enamasti piirdutakse lubimördi suhtes juba algusest peale mingi kindla seguvahekorraga, mis on ka õige harilikkudel töödel; kui aga tahetakse tihedat ja tugevamat ehitust, siis osutub liiva uurimine ja õige valik paratamatuks.

Kruusa või liiva tarvitamise põhjused on järgmised: a) Puhas $Ca(OH)_2$ kõvastub pinnalt CO_2 mõjul ruttu, lubja tiheduse tõttu aga ei suudaks õhk läbi tungida rammusast lubjatainast; liiva juurdelisamisel kõvenemine aga aeglustub. b) Puhta $Ca(OH)_2$ segamisel veega tõmbub ta kuivamisel liiga palju kokku ja praguneb — liiva juurdelisamisel aga kokkutõmbumine suhteliselt väheneb. c) Kõvenemisprotsessis liiv lahutab lubjaosakesed üksteisest, võimaldades rohkemat õhu juurdepääsu kogu massile. d) Sidunemine liiva ja lubja vahel on tugevam kui lubja ja lubja vahel, kuna siin $Ca(OH)_2$ moodustab kruusaga reaktsiooni: $Ca(OH)_2 + SiO_2 = CaSiO_3 + H_2O$, millel põhineb silikaatkivide valmistamine.

d) Eesti NSV lubjatööstus.

Lubjatööstus on üks vanemaid tööstusharusid Eestis. Seda tõendavad meie linnuste ja linnade sajandeid püsinud ehitised, millede püstitamisel sideainena on tarvitatud lupja.

Enne I maailmasõda oli lubjatööstus Eestis väga laialdane ja lihtsaid lubjapõletamisahje leidus üle terve maa ca 200. Peale nende töötas veel rida suuremaid ettevõtteid, mis varustasid ka kaugemaid turge, näit. Peterburi.

Kodanlikus Eestis väikelubjatehased ei suutnud vastu panna konkurentsile, sulgesid oma uksed ning lubjatööstus koondus suurettevõtete kätesse. Väikelubjatehaste kao põhjuseks oli veel osaliselt tsemendi kui otstarbekama sideaine tarvituselevõtmine lubja asemel.

Meie suuremates lubjatehastes, näit. Tamsalus ja Rakkes, toimub lubjapõletamine hofmani ringahjudes. Nende kahe tööstuse aastatoodang kodanlikus Eestis oli ca 12 tuh. t põletatud lupja.

Nõukogude võimu ajal Eestis toodeti 1940. a. juba 35 tuh. t, 1946. a. plaan moodustas 29 tuh. t, kuna aga 1950. a. toodang suureneb 70 tuh. tonnile.

Meil praegu töötavad suuremad lubjatehased on järgmised: Tamsalu, Rakke ja Vasalemma, mis kõik kuuluvad meie Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumi süsteemi.

e) Hüdraulilised lisandid ja lubjad.

Lubja kivistumine toimub ainult õhu juurdepääsemisel; ei ole õhu juurdepääsu olemas, siis ei saa ka kivinemisprotsess areneda, näit. vee all, sügaval maa sees jne.

Juhul aga, kui on nõutav, et kivistumisprotsess toimuks õhu juurdepääsuta, vee all jne., kasutatakse nn. hüdraulilisi lisandeid, mis jagunevad kahte rühma: looduslikeks ja kunstlikeks.

a) Looduslikkude hüdrauliliste lisandite hulka kuuluvad enamikult vulkaanilise päritoluga kivid, liivad — õieti mullad, millede peamiseks kooste-aineks on ränihape (60—75%), siis savimuld, rauaühendid (20—30%) ja lõpuks lubi — 2—10%.

Need hüdraulilised lisandid ei evi iseendast sidumisvõimet, lisandatult aga pulbrisarnases olekus lubjale teevad nad viimase hüdrauliliseks.

Tähtsamad looduslikud lisandid, mis olid levinud juba vanade roomlaste juures, on järgmised:

1) puzzolaan — lubjavaene, ränihapperikas vulkaaniline tuff, värvilt pruunpunane või tumehall; teda leidub Itaalias Puzzoli linna läheduses; segatuna kange lubjaga ja veega moodustab ta kõva tsemendi;

2) santoriini muld — on samuti vulkaaniline tuff; leidub Kreeka saartel, tarvitatakse Aadria mere kallastel hüdraulilisteks ehitusteks;

3) trass — segatult peenendatuna lubjapaoga, moodustab hüdraulilise sideaine; temast valmistatakse ka ehituskive. Kivistub väga aeglaselt — aastate jooksul. Värvuselt kollakaspruun, leidub Saksamaal, Reini piirkonnas.

b) Kunstlikkudeks hüdraulilisteks lisanditeks on näit. kõrgahjuräbud ja teised säärased silikaadid ehk räbutsemendid.

Räbutsemendid omandavad hüdraulilisust alles pärast nende granuleerimist; selleks lastakse räbu ahjust otse vette, kus ta puruneb. Granuleeritud räbu jahvatades ja kustutatud lubjaga segades saadaksegi tarvitamiskõlblikku tsementi.

Tavaliste lubjakivide kõrval leidub looduses savirikkaid (30%) lubjakive (mergleid), millede põletamisel ja kustutamisel saadakse tumedamavärvilist ehk nn. halli lupja, mis evib hüdraulilisi omadusi. Suure savisisalduse tõttu niisugune lubjakivi ei kustu täielikult ning põletamisel vaba Ca ühineb liivaga, moodustades vees kõvastuvaid ühendeid.

Säärane hüdrauliline lubi annab otsekohe peale põletamist valmistsemendi. Seda leidub NSV Liidus, Saksamaal, Itaalias jne. Meil Eestis hüdraulilist lupja pole veel valmistatud.

Hüdraulilised lubjad on lähteaineks nn. romaantsemendi valmistamiseks. Romaantsemendi valmistamine erineb hüdraulilise lubja valmistamisest selle poolest, et romaantsementi ei kustutata üldse ja et tema põletamine toimub madalama t° juures, s. o. alla sulamis- ehk paakumistemperatuuri. Esimene romaantsemendivabrik ehitati Inglismaal 1796. a. Romaantsement ei lase end hästi transportida ega kaua hoida, kuna võtab õhust ruttu CO_2 ja niiskub. Meie naaber Läti NSV valmistab romaantsementi dolomiidi merglist, meil aga Eestis teda tarvitusel ei ole, kuna meie laialdased ja rikkalikud lubjakivi- ja saviladenied võimaldavad toota palju väärtuslikumat produkti — nn. portlandtsementi.

5. Portlandtsement.

a) Eesti NSV portlandtsementidtööstuse arenemislugu.

Tsementidtööstus on Eestis üks vanematest tööstusharudest, millele pandi alus möödunud sajandi teisel poolel. Selle tööstuse arenemist soodustasid kahtlemata toormaterjalide küllaldased varud ning valmissaaduse — tsemendi — avarad turustamisvõimalused tolleaegses Vene riigis ja välismaal.

Esimene tsementidtööstus asutati Port-Kundas a. 1870, ning 29 aastat hiljem, s. o. 1899. aastal, Aseri tsemendivabrik. Mõlemate vabrikute tootmisvõime ulatus aastas ligi 1 milj. tünnile (á 170 kg neto). Selles tööstusharus olid tegevad ca 1500 töölist. Nagu paljudki teised tööstusharud, nii kaotas tsementidtööstus nn. kodanliku «iseseisvuse» tulekuga vene turu. Kodanlikul ajal tsemendi turustamis- ja väljaveovõimalused välisriikidesse raskenesid ning kuna Eesti siseturg tarvitas tsemendi üldtoodangust vaid murdosa, ei jätkunud tööd enam kahele vabrikule ning üks neist — Aseri tsemendivabrik — pidi lakkama töötamast 1928. aastal, kuna teine — Kunda — jäi töötama vaid poole koormatusega. Vastavalt sellele tõmbus kokku ka tsementidtoodang paarikümne aastaga enam kui viiekordselt, moodustades 1932. a. kõigest ca 17% ennesõjaaegsest, nagu nähtub järgmistest arvudest:

Tabel 15.

Tsementidtoodang:

Enne I maailmasõda	1	milj.	tünni	ehk	ca	170	tuh. tonni
1926. a.	470	tuh.	„	„	ca	80	„ „
1929. a.	400	„	„	„	ca	68	„ „
1933. a.	168	„	„	„	ca	30	„ „

Säärane langus tsementidtoodangus oli põhjustatud ebasoodsatest turustamisvõimalustest. Nii näit. 1932.—33. a. väljavedu toimus peamiselt Lätimaale.

Tingituna tsementidtoodangu langusest, vähenes ka selle tööstusharu tööliste arv 1936. a. (502 isikut) ligi kolmekordselt, võrreldes tsaariaegse olukorraga.

Ainult nõukogude võimu püstitamisega, seoses kõikide majandusalade võimsa arenemisega ning suure sotsialistliku ülesehitustööga, kasvas 1940. a. tsementidtoodang uuesti 75 tuh. t-le. Isegi 1945. aastal toodeti meil tsementi rohkem kui kodanliku Eesti viimastel aastatel, ja nimelt 45 tuh. t.

Neljas stalinlik viisaastak näeb ette meie tsementitööstuse taastamist, laiendamist ja rekonstruktsiooni. Taastatakse Aseri tsemendivabrik võimsusega 80 tuh. t aastas ja laiendatakse Port-Kunda tehast, mille tagajärjel Eesti NSV tsementitoodang 1950. a. tõuseb 160 tuh. tonnile.

Meil valmistatavat portlandtsementi tarvitatakse nii hüdraulilise sideainena kui ka lähteainena mitmesuguste tsementkivide, tsement-katusekivide, kaevutorude, postide ja paljude teiste esemete valmistamiseks.

Laialdast tarvitamist leiab portlandtsement veel betooni näol, mida saadakse harilikule tsementmördile kruusa või killustikku lisades.

Tsement sideainena on palju tugevam lubimördist, sellepärast on soovitav harilikkude müüride püstitamisel sideaine survetõmbe jt. pingetele vastupidavuse suurendamiseks tarvitada puht-lubimördi asemel nn. segamörti (lubi-tsementmört), mida saadakse lubimördile portlandtsemendi lisamisega.

Laboratoorsed katsed on näidanud, et eesti tsement on oma kvaliteedilt esmajärguline portlandtsement, mida meil seni on valmistanud Port-Kunda tsementitehas nn. märjal menetlusel, s. o.: kivimurdudest toodetav lubjakivi purustatakse peeneks ja segatakse savi ja veega ühtlaseks lobriks, mis lastakse filtri kaudu pöörlevasse ringahju, kus ta küpseb klinkriks, jahvatatakse omakorda peeneks tolmuks, mis pakitakse seejärele pakendeisse ning saadetakse turule.

b) Tsemendi valmistamise tehnoloogiline protsess.

Tänapäeva ehitustehnikas tsement on tähtsamaid ehitusmaterjale. Moodne majandusteadus hindab üksikute rahvaste majanduslikku taset tsemendi tarvitamise järgi ühe elaniku kohta aastas. Vaatleme nüüd tsemendi valmistamiseks võetavate lähteainete pikka ja keerukat teekonda läbi masinate, veskite, ahjude, elevaatorite jne., enne kui nad muutuvad valmistooteks — tsemendiks.

Toorained tsemendi valmistamiseks.

Kõige sobivamaks aineks tsemendi valmistamisel on mergellubi, s. o. lubi, mis sisaldab umbes ⅓ savi. Merglit leidub väga mitmes kohas, näit.: Novorossiiskis, Dalmaatsias, Belgias ja mujal. Meie merglivarud on vaesed, sellepärast oleme sunnitud tarvitama tsemendi valmistamiseks lubjakivi ($CaCO_3$) ja savi (Al_2O_3).

Lubja- ehk paekivi varud on meil väga suured, kuid tsemendi valmistamiseks sobib ainult keemiliselt puhas lubjakivi. Enamik paekivi sisaldab mitmesuguseid lisandeid, nagu: magneesiumkarbonaati ($MgCO_3$), magneesiumoksüüdi (MgO), raua- ja räniühendeid jms., ning seepärast tsemendi valmistamise lähteaineks ei kõlba.

Kõikuva keemilise koostise tõttu tsemendi hindamisel on tähtis tema h ü d r o m o o d u l, s. o. suhe aluseliste ja happeliste koostisosade vahel (aluseliste ja happeliste hapendite vahel). Hüdromooduli valem on järgmine:

$$2{,}4 > \frac{CaO + MgO + K_2O + Na_2O}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3} > 1{,}7.$$

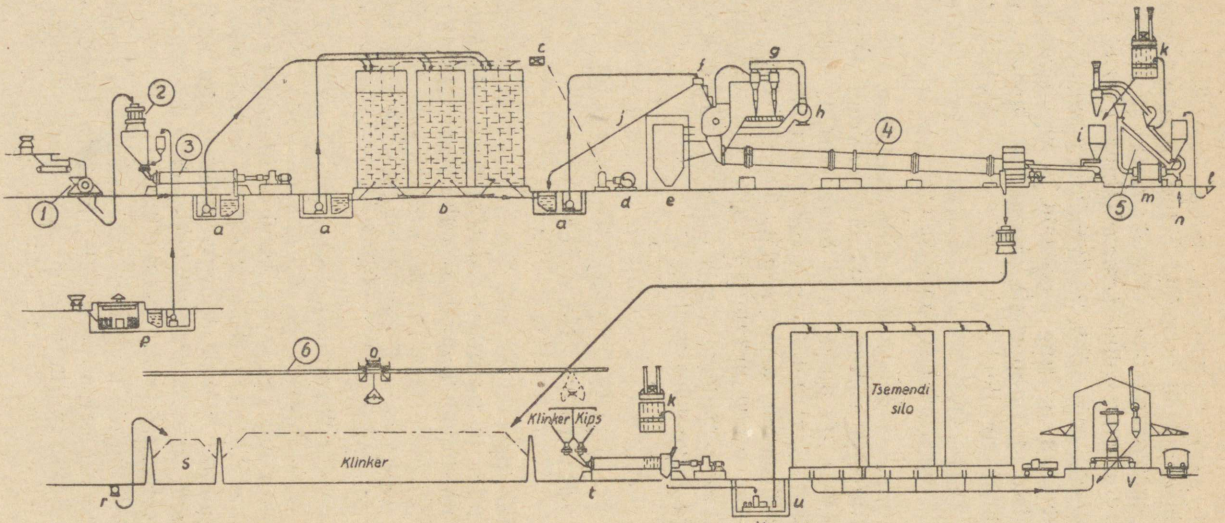
Teiste sõnadega — nimetatud komponentide suhteline vahekord ei tohi olla suurem 2,4-st ega vähem 1,7-st. Tsemendis, mille hüdromoodul on suurem 2,4-st, on palju vaba lupja (CaO); säärane tsement pole püsiv, seismisel temas kestab lubja kustumise protsess, mis põhjustab tsemendisegude pragunemist. Teiselt poolt, kui tsemendi hüdromoodul on väiksem kui 1,7, siis see tähendab, et temas on palju happelisi hapendeid, nagu SiO_2 jt., säärane tsement on hügroskoopiline ja kõvenedes mureneb.

T s e m e n d i v a l m i s t a m i n e t e h a s e s «P u n a n e K u n d a».

Tsemenditehas saab paekivi kahest tehasele kuuluvast paekivi karjäärist. Paekivi hulka ja keemilist koostist kontrollitakse pidevalt tehase laboratooriumis. Tsemendi valmistamiseks võetakse 77,78% lubjakivi ja 22,22% savi, mida kaevatakse mereäärsest saviaugust, kus teda on piiramatul hulgal. Paekivi ja savi toimetamine vabrikusse toimub raudteel.

Nimetatud toorainete ettevalmistamine seisneb savi ja lubjakivi peenendamises, doseerimises ja segamises. Siin eristatakse kaht menetlust: kuivmenetlus (nagu oli Aseri tsemenditehases) ning märgmenetlus («Punane Kunda»). Kuivmenetlusel toimub toorainete peenendamine ja segamine kuivalt, märgmenetlusel aga sooja vee lisandamisega. Viimane menetlus annab ühtlasema tsemendi, mistõttu praegusel ajal eelistatakse märgmenetlust.

Paekivi purustamine toimub kivipurustites, mille järel purustatud materjal tõstetakse elevaatoriga punkrisse, kust ta langeb märgveskitesse, kus teostatakse purustatud paekivi peenendamist ning jahvatamist.



Joon. 31. Tsemendi valmistamine moodsas vabrikus: 1 — paekivi-purusti; 2 — paekivi-veski; *p* — savi-lobrisegasti; 3 — toruveski; *a* — lobripumbad; *b* — lobrimahutid; *d* — õhukompressor; *c* — regulaator; *f* — lobri sissevoolu aparaat; *e* — tuhakamber korstnajalas; *g* — tsükloontolmueraldi; *h* — ekshaustor; 4 — klinkripõletamisahi; 5 — tahke kütuse veski; *l* — punker; *m* — kuulveski; *n* — soegaas; *k* — tolmufilter; *i* — peenendatud kütuse punker; *r* — toorkipsipurusti; *g* — kipsisilo; 6 — õhuraudtee; *o* — klinkri laadimise seadis; *t* — tsemendiveski; *u* — tsemendi edastamise pneumaatiline seadis; *v* — tsemendi pakkimise seadis.

Toorsavi segamist toimetatakse suures betoonbasseinis; ta pumbatakse mahutisse, kust läbi sõela ja täpse regulaatori lastakse voolavasse paejahukõrdisse. Saadud segu jahvatatakse veel kord toruveskis peeneks ning homogeenseks lobriks, mida pumbatakse lobrimahutisse, kus teda alatasa segatakse suruõhuga. Lobri kiiremaks aurutamiseks ja ahju produktiivsuse tõstmiseks lastakse lobri läbi erifiltri, mis imeb osa vett välja, millega alandatakse lobri niiskust ca 36%—18%-le, ehk poole võrra.

Edasi saadud filtritud tooraine juhitakse pöörlevatesse toruahjudesse, mis on veidi kallakud (3—6°) ning aeglaselt (¼—⅔ pööret minutis) pöörlevad. Väliselt nad kujutavad endast raudsilindreid, mis on 40—75 m pikad ja 2—3 m läbimõõduga; seest nad on vooderdatud tulekindla materjaliga. Tsemendiahju vooder kulub alalise suure kuumuse ning põletatava toormaterjali hõõrumise tõttu ruttu. Voodrikive tehas valmistab ise tavaliste tulekindlate betoonkivide valmistamise menetluse järgi. Niisugused tulekindlad betoonkivid taluvad kuumust kuni 1450—1500° C.

Vanasti valmistati tsementi kuival menetlusel, kusjuures kuivalt jahvatatud toormaterjalile lisati 25—30% vett ja vormiti tellisetaolisteks tükkideks, kuivatati neid erilistes trumlites kuuma õhu ja küttegaasiga ning põletati paakumiseni automaatsetes šahtahjudes, mis sarnlevad lubjapõletamise püstahjudega, selle vahega, et šaht-ahjude täitmine ja tühjendamine on automatiseeritud. Põletamisel saadud klinkerkivid jahvatati ning saadi valmis tsement.

Praegusel ajal levinenumad on pöördahjud, kus toormaterjali klinkriks põletamine toimub sel teel, et ahju kõrgemast otsast juhitakse sisse valmis toormaterjali segu, ahju madalamast otsast aga peenendatud, vedel või gaaskütus (meil põlevkivipulber). Põlevkivitolmu ettevalmistamiseks on tehasel «Punane Kunda» omaette väike vabrik, kus tavalist peent kolmandat sorti põlevkivi kuivatatakse ja jahvatatakse peeneks pulbriks nagu tsementki. Põlevkivi, mida tarvitatakse tehase käitamiseks ja tsemendiklinkri põletamiseks, toodetakse tehasele kuuluvas kaevanduses; tuuakse ka mujalt, kuna tehase põlevkivi tarvitus on suur; tsemendi valmistamiseks läheb ligikaudu niisama palju põlevkivi, kui saadakse valmistsementi.

Tooraine, pöördahjus aeglaselt liikudes vastu põlemisele, satub järjest kõrgema (100°—1400° C) temperatuuri kätte ja väljub ahju alumisest osast valmispõletatud klinkrina. Mida kõrgemas temperatuuris põletatakse, seda parem, kuid hariliku portlandtsemendi paakumine ja sulamine toimub 1200°—1400° C juures; veel kõrge-

mas temperatuuris võib klinker muutuda tombuks, kleepuda ahju seinale ja seega tekitada tööhäireid.

Tsemendipõletamisahjust väljuv produkt — klinker on tumehall, veidi sinakas, kõva ja teraline. Sääraselt toodetud klinker peale tema jahutamist transporditakse klinkrilattu, kus ta peab mõne aja seisma ja täiesti ära jahtuma ning välisõhu mõjul veidi muutma oma struktuuri enne jahvatamist.

Tsemendiklinkri jahvatamine toimub vastavais kuulveskites mitmes järgus, esmalt jämedamaks ja lõpuks peeneks pulbriks. Kuulveskid on pikad terasplekist torud, seest vooderdatud kõvade mangaanterasplaatidega.

Veski toru on perforeeritud põikseintega ja jagatud mitmesse ossa; neis osades on mitmesuguses suuruses teraskuule; teraskuulide asemel tarvitatakse tsemendi jahvatamiseks ka siledaid, ümmargusi kõvu rändkivi tükke. Seega toimub tsemendiklinkri jahvatamine kuulveskite teraskuulide ja plaatide vahel, mille tagajärjel saadakse tolmutaoline pulber — tsement.

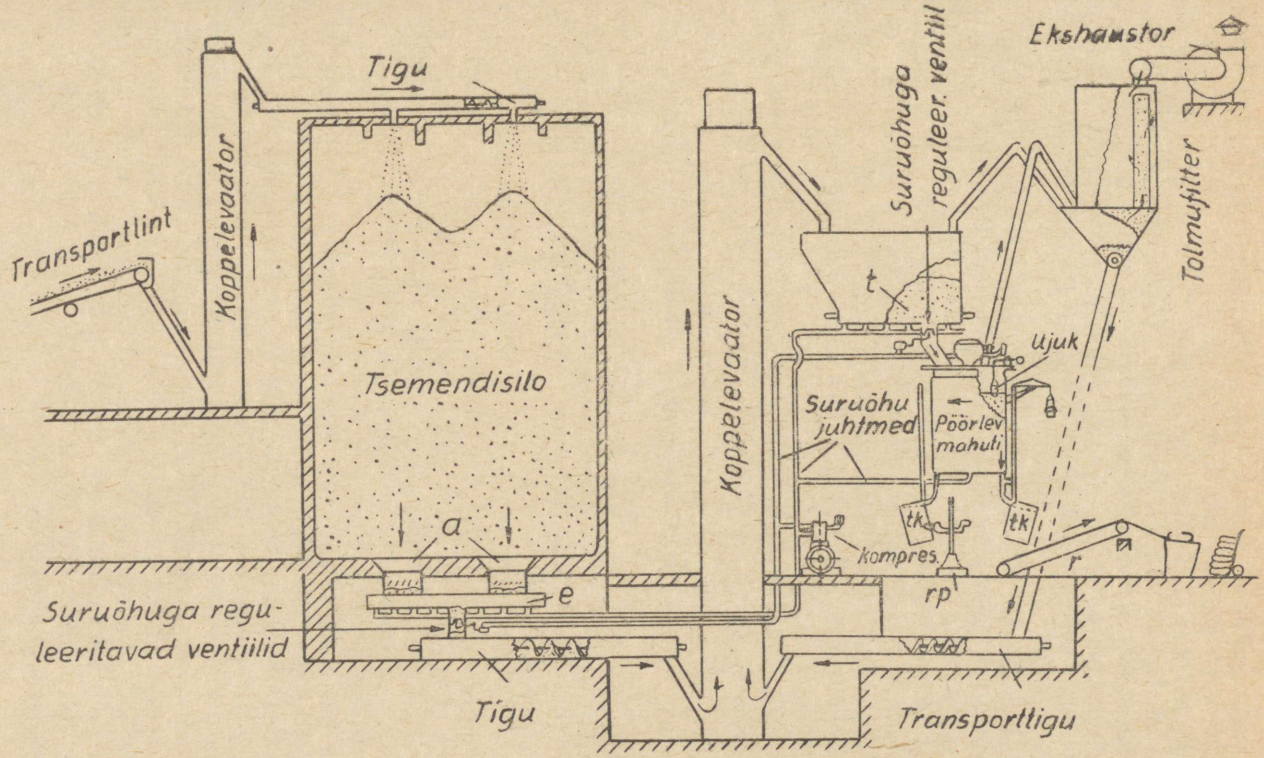
Mida peenem on tsement, seda parem, kuid seda rohkem kulub aega ja jõudu tema jahvatamiseks. Otsekohe peale jahvatamist tsement ei ole veel tarvitamiskõlblik, kuna tuleb aeglustada tema siduvust; selleks otstarbeks lebutatakse teda nn. silodes (puust või raudbetoonist mahutites).

Tsemendi siduvuse aeglustamiseks tihti toidetakse tsemendiklinkrit jahvatamisprotsessis veskis veel kuivatatud peene kipsikiviga, mida lisatakse ca 3% klinkri kaalust. Nõnda jahvatatud ja küllalt lebanud tsement pakitakse püttidesse (á 170 kg), viimasel ajal aga paberkottidesse (á 50 kg), ning saadetakse turule.

Tehases «Punane Kunda» tsemendi ladustamine ja pakkimine on moderniseeritud tehnika viimase sõna järgi. 1939. aastal ehitati tehasele endise 1888. a. püstitatud puidust silo asemele uus ajakohane tsemendihoidla. Nimetatud tsemendisilo mahutab 3000 t ehk 60 000 kotti tsementi.

Valmistsemendi pakkimine on tehases samuti ülimal määral mehhaniseeritud ning teostatakse nn. flux-pakkimisaparaadiga, mis töötab suruõhuga.

Jahutatud ja peeneks pulbriks jahvatatud valmistsemendi toimetamine silosse tehases «Punane Kunda» toimub 100 m pika transportlindiga, mis edastab tsementi elevaatorisse, mis teda tõstab silo lae peal — pööningul olevale tsementi silosse sissetoovale tigule. Tigu kaudu juhitud tsement langeb silosse viimase laes olevate aukude kaudu. Tsemendi silost edastamine toimub imemisega



Joon. 32. Tsemendivabriku „Punane Kunda" tsemendi laostamise ja pakkimise skeem.

erilise pneumaatilise seadme, nn. edastustoru abil (suruõhuga). Suruõhu toimel hakkab tsement hõljuma ja voolab nagu vedelik vabalt ja peaaegu hõõrdumiseta. Lõpuks tõstetakse tsement elevaatori kaudu toite-ettekandeaparaati või eelmahutisse, kus teda uuesti tehakse voolavamaks suruõhuga ja nüüd tsement langeb flux-pakkimisaparaati, kus eriline automaatujuk hoiab ta pinna alaliselt samal kõrgusel, avades või sulgedes automaatklappe silo ja mahuti vahel.

Flux-aparaat on pöörlev ning varustatud kümne väljavoolusuuga, millele tööline alatasa pistab tsemendikoti, niipea kui pöörleva flux-aparaadi vaba torusuu on temale lähenenud. Iga toru kohal on automaatkaal, mis laseb kotti täpselt nii palju tsementi, kui on vaja (50 kg); kottide tihestamine toimub erilise raputi abil.

Selliselt automaatselt täidetud kotid langevad nn. restedastile, mis toimetab need kärule, millie abil kotid kärutatakse vagunisse või lattu.

Kirjeldatud flux-seadme jõudlus on normaal-tööpäevas umbes 1000 kotti á 50 kg, mis võrdub ca 50 töölise tööjõudlusega.

c) Portlandtsemendi omadusi.

Portlandtsement on väga peen rohekashalli värvi pulber, erikaaluga ca 3. Tsemendil on omadus ühineda ahnelt veega, moodustades seejuures keerulise koostisega kristallvett sisaldavat alumiiniumkaltsium-silikaati.

Säärast muudatust nimetatakse tsemendi sidumiseks. Sellest seisukohast on tähtis tsemendi tardumise algus, kestus ja lõpp ehk teisiti — tsemendi kivinemine. Tsemendi tardumise aega võib pikendada kipsi lisamisega või kiirendada kuuma vee ja Al_2O_3-ga, igal juhul aga on tsemendi sidunemine seda kiirem, mida suurem on tsemendi peenus.

Meie portlandtsement on nii peene jahvatusega, et kuni 93% läheb läbi sõela 4900 auguga 1 sm^2 ja ainult ca 7% jääb samale sõelale. Selle tõttu on ka ta surutugevus 3 ööpäevaga umbes 320 kg/sm^2, 7 ööpäevaga ca 400 kg/sm^2 ning 28 ööpäevaga (s. o. tsemendi normaalne kivinemisaeg) 520—550 kg/sm^2. Tõmbetugevus on aga vastavalt — ca 27, 29 ja 42—44 kg/sm^2. Need arvud näitavad, et meie tsement rahuldab täiel määral kõrgeväärtuslikule portlandtsemendile esitatavaid nõudeid. Mõistetavalt olenevad need näitajad tsemendi toorainete keemilisest koostisest, põletamise oskusest jne., mis kahtlemata avaldavad väga suurt mõju toodetava tsemendi kvaliteedile.

Hea tsement ei tohi sisaldada vaba lupja, MgO (maksimaalselt 3%), ega väävelhappe sooli, mis on tsemendile eriti kahjulikud. Neist lisandustest vaba tsement evib konstantset ruumala, s. o. jääb ka pärast kõvenemist endise mahuga, kõvenedes ei murene ega tekita pragusid müüritises.

Tsementi tuleb säilitada täiesti kuivas kohas, kuivade laudade peal; üldiselt aga ei ole tsemendi pikaajaline hoidmine kasulik, kuna õhus leiduv niiskus ja süsihappegaas tungivad aegamööda tsemendisse ja mõjutavad nõrgendavalt tema sidumiskiirust ja -tugevust. Tsemendi pikemaajalisel seismisel tekivad temas pisikesed sidunenud tükikesed, ning juhul, kui neid tükke ei saa enam näppude vahel katki muljuda, on tsement juba tarvitamiseks kõlbmatu.

Tsementi tarvitatakse ehitusasjanduses peamiselt hüdraulilise sideainena, s. o. seal, kus õhk ei pääse müürile juurde, või kus on tarvilik nende kiirem kuivamine. Mördi segu valmistamiseks segatakse tsement liivaga ühtlaseks massiks ning lisatakse vett; mördi liiv peab olema puhas ja mitte liiga peenike. Müürimisteks harilikult tarvitatavamad segud on tsemendi ja liiva vahekorraga 1:3 kuni 1:5. Tihedamaid segusid tarvitatakse ainult eritöödeks.

Peale tsemendi tarvitamist sideainena, ta leiab laialdast kasutamist veel lähteainena mitmesuguste tsementkivide, tsement-katusekivide, silode, kaevutorude, künade, postide jms. valmistamisel.

Mitmekesist tarvitamist leiab tsement veel betooni näol, näit. betoonlaed, betoonteed, vee-ehitused, basseinid jne.

d) Betoon.

Betooni valmistatakse harilikule tsemendimördile kruusa või killustiku lisandamisega. Seega on betooni sideaineks tsement, ja kui betooni sideaine kohta midagi lähemalt öeldud ei ole, siis mõistetakse betooni all ikka tsementbetooni. Muidu aga tuntakse veel mitmesuguseid eribetoone, näit.: lubibetoon, asfaltbetoon jne., vastavalt sideaineks tarvitatud materjali nimetusele. Teiste sõnadega — betoon on mitmekesise suurusega kivikeste kogu, mis on omavahel seotud sideainega (tavaliselt tsemendiga). Betooni tugevusele ja üldse ta omadustele on olulise tähtsusega vee hulk; mida suurem on vee hulk (ühe ja sama seguvahekorra juures), seda nõrgem on betoon; teiselt poolt, mida enam on tsementi, võrreldes teiste agregaatidega, seda tugevamat betooni saadakse. Seega, tingitult betooni valmistamiseks võetud koostisainete ja vee hulga vahekorrast, on betooni surutugevus väga kõikuv ja nimelt — 30—600 kg/sm^2.

Betoonsegu valmistamine toimub kas käsitsi või vastavate betoonisegajate abil. Käsitsisegamine on raske töö ja sellepärast tihti lõpetatakse segamine enne, kui kõik materjalid on segatud piisava ühtluseni; töö on suuremate ehituste puhul aegaviitev ja seetõttu ka kallis. Betoonisegajate abil aga saadakse igas suhtes parem betoon ja kiirem töö. Igal juhul mehhaniseeritud tööviis annab tugevamat betooni, näit.: käsitsisegatud betoon evib 28 päeva järel ainult ca 75% masinaga segatud betooni tugevusest.

Üldiselt on levinud arvamine, et portlandtsemendi tardumine ei tohi alata enne ühte tundi, arvates vee juurdelisamise momendist, ja seepärast vanasti asetati betoonisegu kohale viivitamata pärast segamist. Alles viimastel aastatel on hakatud seda küsimust lähemalt uurima ja katseid tegema seisnud betoonsegudega, et selgitada, kui kaua tohib lasta betoonsegul seista enne ta kohale asetamist. Sellekohaseid katseid on tehtud peaaegu kõikides riikides, nagu: NSV Liidus, Saksamaal, USA-s jne., ning on selgunud, et betoonsegu seismise aja kohta on vaja teha mitmeid korrektiive: mõnel juhul näit. osutus, et kauem seisnud segu annab palju paremat tagajärge kui värske segu.

Betooni mahukaal on suuresti muutuv 1 t/m³—2,4 t/m³ piires, olenevalt agregaatide omadustest ja tihendamisviisist. Hariliku betooni koostisainete vahekord on ca 1 osa tsementi, 2 osa peenikest kruusa või liiva ja 3—6 osa kivipuru, millele vajaduse järgi lisatakse vett.

Betoon leiab kasutamist veealustel ehitustel, nagu: tammideks, basseinideks, kanaliteks, sildade alusteks jne., kui ka väga mitmesuguste ehitus- ja kunstkivide valmistamisel, näit.: silodeks, kääri-misnõudeks, katusekividеks, torudeks, ehituskividеks jne.

Prantsuse aednik Monier leiutas, et kui raudvõrk üle valada betooniga, siis saadakse väga vastupidav ehitusaine. Betoon ei lase rauda roostetada, ka tema pikenemine ja lühenemine olenevalt t° muutusest on umbes sama mis raualgi, mis võimaldabki mõlemaid neid materjale tarvitada koos nn. raudbetoonina. Raudbetoon ehitusmaterjalina võistleb uuemal ajal rauamaterjaliga, olles viimasest palju odavam. Raudbetoonist valmistatakse maste, võlve, plaate ja ka suuremaid objekte, näit. laevakeresid jne.

e) Tsement-betoonkivide ja -esemete valmistamine.

Tsement- ehk betoonkivide all mõistetakse kive, kus sideaineks on tsement, seotav materjal aga võib olla õige mitmekesine; enamasti on selleks liiv, kruus, kruusliiv, killustik, vahel ka räbu või mõned eri ained, nagu marmoritükid, saepuru jne.

Välisilmelt erinevaid tsementkivide tüüpe on sadasid ja meilgi on valmistatud neid mitmeid kümneid.

Meil sagedamini tarvitatavatest tsementkivide liikidest esikohal on tsementtellised ehk lihtsalt tsementkivid.

Samuti kui kive, on ka nende presse ja vorme mitut tüüpi, alates käsitsi-valmistamisel tarvitatavatest ühe- või paari-kivivormist ja lõpetades mehaaniliste pressidega, mis valmistavad mitu tuhat kivi päevas.

Tsementkivide valmistamise materjalina tarvitatakse peamiselt puhast kruusliiva, mis ei tohi sisaldada savi üle 5%, ja mis kõige tähtsam — peab olema huumusetu. Huumuseproovi tehakse 3%-lise seebikivi (NaOH) lahusega, mida huumushape värvib vastavalt ta hulgale kollakaks või koguni tumepruuniks.

Selleks otstarbeks võetud kruusliiv olgu mitmekesiste teradega, alates jahusarnasest (ca 10—20% kogu kruusliivast) ja lõpetades näpuotsasuuruse kruusaga. Segu valmistamisel tuleb kruusliiv tsemendiga kuivalt 3—6 korda läbi segada.

Vastavalt kruusliiva headusele, kivi otstarbele ja nõutavale tugevusele, tarvitatavaim tsement—kruusliiva vahekord on 1:(6—12), s. o. 1 osa tsementi 6—12 osa kruusliiva kohta (mahu järgi).

Segu sorgitakse ja segatakse, kuni ta muutub ühtlaseks, ja lisatakse vajaduse järgi vett juurde, et segu konsistents jääks muldniiskeks. Kõik valmistehtud niiske segu peab ära tarvitatama 1—2½ tunni jooksul, olenevalt välisõhu t°-st; tardumaläinud segust ei saa kõlblikke kive, kuid teda võib uuesti segusse panna kruusliiva asemel.

Tsementkivide valmistamiseks tarvitatava kruusliiva kõrval või kruusa asemel võib tarvitada ka killustikku. Killustiku ja jämeda kruusa tarvitamisel lisandatakse need pestuna liiva ja tsemendi segule ning siis segatakse kõik veel hästi läbi, kuni segu muutub ühtlaseks.

Meil tarvitatakse tsementkivide valmistamiseks harilikult käsipressi ehk vormi, mis valmistab korraga mitu kivi (3—12 kivi). Nii näit. press, mis korraga valmistab 5 kivi, on võimeline ühe tööpäevaga tootma ca 700—1000 kivi.

Kivide tootmiseks valmistehtud niiske segu asetatakse vormidesse ja tambitakse hoolsasti erilise tambiga, pöörates erilist tähelepanu nurkadele. Kivide vormimine toimub aluslaudadel terasest või rauast raami abil, mille järel kivide pealispinda silutakse mõne õgva raudlatiga. Aluslaudu peab enne pikemalt leotama või niisu-

tama, kuna kuival alusel või laual võib kivi praguneda või jääda nõrgaks. Kivid hoitakse nõnda aluslaudadel 2—3 päeva, mille järel neid laotakse õue virna ja hoitakse niiskena 2—3 nädalat, võimalikult kaitstult tuule ja päikese eest.

Meil tarvitatav tsementkivi segu 1:7 — 1:10 ei ole naelutatav, evib surutugevust 80—200 kg/sm² ning sobib peaaegu igasuguses olukorras. Seina ladumiseks on kõlblikud ainult hästi kõvenenud kivid, mis on vähemalt 4 nädalat vanad (28-päevase kivinemise järel).

Tsementkivide soojusjuhtivuse omaduste parandamiseks tarvitatakse soojema betooni valmistamiseks kas poorseid või kergemaid lisandeid, nagu põlevkivituhk (-räbu), saepuru, pimsskivi jne., mis tekitavad betoonis gaase, millede mullikesed teevadki betooni urbseks (gaasbetoon).

Gaasbetoonkive valmistatakse veel keemiliselt — tsemendist, diatomiidist jahvatatud kvartsliivast ja teistest lisanditest, kusjuures segule lisandatakse kas alumiiniumi- (Al) pulbrit ca 0,5% või erilist vedelikku, mis tekitab gaase, mille tõttu vedel mört paisub nagu vaht või saiatainas.

Gaasbetoon on kaalult kergem harilikust betoonist, laseb ennast naelutada, kuid on märksa madalama soojusjuhtivusega ja tulekindel.

Poorsete betoonide liiki kuulub veel nn. vahu- ehk kärgbetoon, kus poorsust saavutatakse erilise seebivahu puhumisega tsementliiva segusse.

Poorsete tsement-betoonkivide kõrval leiavad laialdast kasutamist nn. õõneskivid, s. o. tsementkivid õõnsustega või õhuvahedega (vt. õõnsad telliskivid lk. 130). Õõneskive on meil valmistatud seni erinevais vormes ja suuruses ning mitmesuguste sisemiste õõnsustega; õõnes- ja poorseid tsementkive tarvitatakse peamiselt elamute seinteks ja lagedeks, kuna raske betoon oma kõrge soojusjuhtivuse tõttu selleks otstarbeks ei kõlba.

Seega on betoonkivide soojusjuhtivus pöördvõrdeline betooni tihedusega, s. o. mahukaaluga ja tugevusega, ka niiskuse sisaldus betoonis suurendab ta soojusjuhtivust.

Tavaline tsementkivi ei talu kuumust üle 500° C, sest siis hakkab räni ehk kvarts (liivas, kruusliivas või killustikus) paisuma, mis lõhub betooni ära. Kui tahetakse aga siiski saada kuumutust taluvaid betoone, siis peab agregaatidena tarvitatama säärast liiva ja kive, mis ei karda tuld, nagu telliskivipuru, klinker, dolomiit jne.

Kui a. 1941 valmistati meil mitmeid kümneid tsementkivide eri liike (Järve tehased — tsementkive, Tondi — gaasbetoonkive jne.), siis seni see tööstusharu pole veel taastatud ja tänapäevani tsementkive massiliselt toodetud ei ole. Arvestades aga, et 1946.—1950. a. viie aasta plaani seaduse kohaselt on meil ette nähtud ehitada ja taastada põllumajanduslikus sektoris 35 000 hoonet ca 3,9 miljardi rbl. eest, kusjuures vastavalt Riikliku Ehituse Projekteerimise ja Organiseerimise Instituudi normidele 50% põllumajanduslike ehitiste välisseintest ehitatakse tsementtellistest — siis ainuüksi sellest võib kujutleda, kuivõrd tähtsaks ja võimsaks tööstusharuks peab meil välja kujunema tsementkivide tootmine lähemate aastate jooksul.

Tsementkivide eri liikidest väärivad veel mainimist tsement-katusekivid. Tsement-katusekivide valmistamiseks segatakse puhast liiva teatavas kindlas vahekorras (tavaliselt 1:3) tsemendiga segu ühtlase värvuseni, siis loobitakse segu kord läbi jämeda sõela, aetakse hunnikusse, niisutatakse veega, lastakse seista 5—10 minutit ja vormitakse sellest katusekive eriliste presside või vormide abil terasplaatidel.

Kivide tegemiseks asetatakse segu presskasti ja vormitakse erilistes karastatud terasest vormides. Vormimine on üks tähtsamatest toimingutest, kuna puudulikult vormitud kivi jääb poorseks, nõrgaks ja hakkab vihma läbi laskma. Tampimise ehk vormimise järel tehakse kivi tagaküljele nn. tormilukk, s. o. auk kivi kinnitamiseks roovlatile, kas naelaga või traadiotsaga.

Kui kivi on valmis, siis vajutatakse ta vormist välja, kontrollitakse ta korrapärasust ja viiakse kuivatusraamile. Alusplaatidelt võetakse kivid ära kahe-kolme päeva pärast, kui nad on juba küllalt tugevad, et seda taluda.

Alusplaatidelt äravõetud värsked kivid laotakse serviti üksteise kõrvale ja nende alumised (katusel väljapaistvad) otsad glasuuritakse glasuurvärviga, kuna värvimata kiviäärad oleksid katusel näotud ning soodustaksid sambla kasvamist.

Katusekivide glasuur valmistatakse tavaliselt mineraalvärvist, tsemendist, telliskivijahust ja peenest klaasliivast, mida võetakse teatud kindlas vahekorras. Segu jahvatatakse kuulveskis ja hoitakse enne tarvitamist 4—5 päeva lahtises nõus.

Peale kirjeldatud tsementkivide ja -katusekivide valmistamise on tsementbetoon lähteaineks väga mitmesuguste esemete tootmisel, näit. kaevutorud, sillutuskivid, välisvoodri- ja fassaadikivid, aiapostid, mitmesugused melioratsiooni- ja drenaažitorud jms.

6. Silikaatkivid.

Teatavasti tarvitatakse lubjasegu-mörti kui sideainet kiviseinte ladumisel, krohvimisel jne. juba tuhandeid aastaid, kusjuures lubimördi kihid on mõningates kohtades isegi osutunud ilmastikule vastupidavamaks kui savitellised. Nii näit. võime näha veel praegugi kohti orduaja losside varemeis, kus liivmört on edukalt säilinud aastasadade jooksul, tellised aga on külma mõjul pudenenud.

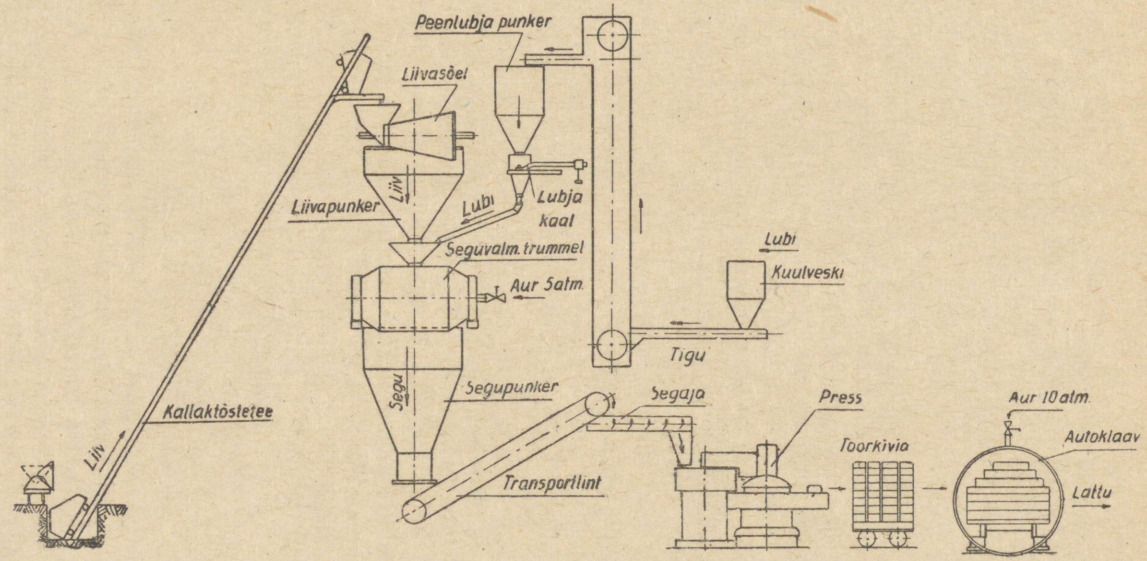
Silikaatkivi valmistamine põhineb samal põhimõttel, mis lubimördi tarvitamine sideainena. Vanemad silikaatkivitehased asutati Nõukogude Liidus, P.-Saksamaal, USA-s jne. umbes 35 aasta eest. Algul suhtuti silikaatkivisse kui ehitusmaterjalisse umbusklikult, hiljem aga tõendasid silikaatkivi tehniliste omaduste teaduslikud uurimised seevastu, et silikaatkivi võib eduga võistelda hariliku savitellisega.

Niisiis valmistatakse silikaatkivi puhtast liivast ja lubjast suure aurusurve mõjul; auru mõjul või otsesest vee lisandamisest lubi kustub, tekib $Ca(OH)_2$, mis räniga (liivaga) ühinedes annab järgmise reaktsiooni:

$$\underset{\text{kustutatud lubi}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{liiv}}{SiO_2} = \underset{\text{Ca-silikaat}}{CaSiO_3} + \underset{\text{vesi}}{H_2O}.$$

Liiv transporditakse kallakteed mööda (või elevaatoriga) ja juhitakse liivasõelale, kus jämedamad liivaterad sõelutakse välja. Edasi juhitakse sõelutud liiv juba mõõdetult liivapunkrisse ja sealt segutrumlisse. Kustutamata lubi jahvatatakse kuulveskis tsemendi peenuseni; jahvatamisel saadud lubjapulber tõstetakse elevaatoriga peenlubja-punkrisse, kus teda kaalutakse ja juhitakse samuti segutrumlisse sõelutud liivaga segamiseks. Trumlisse lastakse veel lubja kustutamiseks vett ja auru, seejärel suletakse trummel hermeetiliselt ja pannakse aeglaselt tiirlema. Segamine toimub tavaliselt +120° temperatuuris ja 5 at aururõhu all ning kestab 30—50 min. Segamise lõpetamise järel trumlist tulev valmissegu tühjendatakse segupunkrisse, kust ta edastatakse transportlindiga erilisse segajasse ning siis juhitakse automaat-revolverpressi, kus liiva-lubja segu pressitakse vormides suure rõhu all nn. toorkivideks. Pressi alt tulevad kivid on niivõrd kõvad, et nad taluvad tõstmist ja üksteise peale ladumist kuni 10 kivi kõrguseni.

Toorkivid laotakse vagonettidele ja lükatakse need suurtesse õhukindlalt suletavaisse aurumahutitesse, nn. autoklaavidesse, kus ca 8—10 at surve all 8—10 tunni jooksul toimub nn. silikatiseerimisprotsess. See protsess seisab selles, et autoklaavi kõrge tem-



Joon. 33. Silikaatkivide valmistamise skeem

peratuuri ja rõhuga saavutatakse peale rutulise lubjakustutuse veel lubja keemiline ühinemine liivaterakestega, mis põhjustabki kivi tugevuse.

Hea silikaatkivi eelduseks on kohane liiv. See peab olema puhas ja mitmekesise teraga. Siin on kehtiv sama põhimõte, mis betooniliivagi kohta, kuna ebaühtlased ja teravakandilised liivaterad ühinevad pressimisel paremini kui ümmargused (ühesuurused), sest et siis väikesed terad täidavad tühjusi suurte vahel ja kivi tugevus suureneb.

Teiseks on hea silikaatkivi valmistamise nõudeks võimalikult värskelt põletatud ja kõrvalainetest vaba lubi, mida tarvitatakse silikaatkivis liiva sideaineks. Eriti kahjulik on magneesiumihapendi (MgO) sisaldus lubjas, mis aeglustab lubja kustumist ning võib põhjustada asjaolu, et kustumine võib veel edasi kesta kõvenemisprotsessi ajal, mille tagajärjel kivid võivad lõheneda.

Oma tehnilistelt omadustelt on silikaatkivi peaaegu võrdne tellisega. Tema mahukaal on ca 2 t/m^3, surutugevus kuni 400 kg/sm^2 (hea kivi surutugevus peab ületama 140 kg/sm^2).

Silikaatkive valmistatakse meil hariliku tellise mõõdetes, s. o. 25 × 12 × 6,5 sm ning tema surutugevus oleneb: 1) lubja hulgast, 2) liiva kvaliteedist, 3) survest vormimisel ja 4) auru all hoidmise ajast.

Üldiselt on silikaatkivi ilmastikukindel, nii et teda võib julgesti tarvitada krohvimata välisseinas, korstnaotsadeks jne. Ainult kokkupuutel maapinnaga võib ta pikema aja jooksul laguneda.

Enne Suurt Isamaasõda moodustas meie silikaattehaste («Kvarts» ja «Silikaat») kogutoodang ca 20 milj. kivi aastas. Olgugi et silikaatkivide valmistamise tehnoloogiline protsess on palju lihtsam ja kiirem telliste tootmisest, on siiski silikaatkivide valmistamisel sideainena tarvitatav lubi praegusel taastamisperioodil defitsiitseks ehitusmaterjaliks. Teiselt poolt kunstkivide tootmiseks väärtuslik ja odav lähteaine — põlevkivituhk — on seni leidnud väga tagasihoidlikku kasutamist.

Tingituna uute ja seni vähem tarvitusel olnud ehitusmaterjalide forsseerimise vajadusest on meil otsustatud ümber konstrueerida silikaattehas «Kvarts» tuhatelliste tootmiseks ning ehitada ja käiku lasta 1950. a. lisaks veel üks uus tehas põlevkivitööstuse rajoonis, mille tulemusena alates 1949. a. tuhakivide valmistamise osatähtsus suureneb silikaatkivide arvel.

7. Põlevkivituhk toorainena ehitusmaterjalide tootmiseks.

Kuna põlevkivi sisaldab ca 50% ja enam mineraalainet, siis tema põletamisel jääb küttekoldesse mahu poolest niisama palju tuhka, kui oli põlevkivi enda maht enne põletamist. Kaalult aga annab 100 kg põlevkivi 40—55 kg tuhka (olenevalt põlevkivi koostisest, põlemise temperatuurist ja õhu hulgast).

Põlevkivi jäätmete kasutamise küsimus moodustab juba nüüdki väga olulise probleemi. Kui aga lähemas tulevikus põlevkivi kasutamine veel rohkem laieneb, siis paratamatult teravneb seega ka nn. põlevkivituha probleem.

Senist põlevkivi jäätmete kasutamisviisi, kus 50% ja enam kogu kasutatud põlevkivist rändas kasutult nn. tuhamäkke, ei saa pidada õigustatuks.

Põlevkivi tuha lähem uurimine laseb aga oletada, et põlevkivijäätmeist võiks toota väga mitmesuguseid väärtuslikke ehitusmaterjale, nagu:

a) Põlevkivituha tsement.

Põlevkivituha tsemendina võiksid tulla kasutamisele ainult kõrge (850—950° C) temperatuuri juures põlenud põlevkivituhad, mis enne tarvitamist jahvatatakse tsemendi peenuseni. Praegu on ehitamisel tuhatsemendi jahvatustehas Tallinna Elektrijaama juures. Kuna elektrijaama küttekollete režiim ei ole ühtlane, siis katsed näitavad, et tuhatsemendile ca 10% diatomiidi või 5% portlandtsemendi lisandamine tõstab märgatavalt ta omadusi. Niisuguse tsemendi survetugevus kõigub 33—300 kg/sm² piirides.

b) Põlevkivituha portlandtsement.

Väga paljude ehitusobjektide puhul osutub puhtast portlandtsemendi klinkrist jahvatatud portlandtsement liiga kõrgeväärtuslikuks. Kohase alandatud survetugevusega tsemendi saamiseks lisatakse tavaliselt nn. lahjendajaid, s. o. inertseid või hüdraulilisi lisandeid, nagu liiva, paekivi, diatomiiti jne. Samasuguse lisandina portlandtsemendi lahjendamiseks võib esineda tuhatsemendi valmistamiseks sobiv põlevkivituhk. Põlevkivituha määr säärases segaportlandtsemendis võib olla tuha omadusist sõltuvalt 50—80%, kuna tuhk esineks siin mitte inertse, vaid aktiivse lisandina. Vasta-

vate uurimuste tulemused on näidanud säärase tsemendi kasutamiselevõtmise võimalusi, kuid selle tootmisele ei ole meil veel asutud.

c) Portlandtsement.

Tallinna Polütehnilise Instituudi Tehnoloogia laboratooriumis ja Leningradi Vorovski-nimelises tsementitehases korraldatud katsed näitavad, et põlevkivituhk sobib koos paekivi ja saviga portlandtsemendi tooraineks, kuna:

a) põlevkivituhas leidub vaba lupja;

b) põlevkivijäätmete edaspidine peenestamine on tunduvalt kergem kui paekivi peenestamine;

c) täiesti kuivade põlevkivijäätmete tarvitamine tsemendi tooraineks säästab tsemendipõletamise küttekulusid.

Seni aga neid võimalusi tööstuslikult rakendatud ei ole.

d) Tuhabetoon.

Tuhabetoonkive valmistati meil Kohtla-Järvel, kusjuures saadi kasutamiskõlblikke ehituskive, kuid väga suure portlandtsemendi kulu juures. Vastavad uurimised näitavad, et tuhabetooni valmistamine on võimalik räbubetooni eeskujul, kus põlevkivituhk võiks kasutamisele tulla nii betooni sideainena (palju väiksema portlandtsemendi lisandiga) kui ka betooni täiteainena eelpeenestatud kujul.

e) Granuleeritud räbu.

Granuleeritud räbu saadakse põlevkivituha sulamassi kiirel veega jahutamisel ehk nn. ehmatamisel. Granuleeritud räbu võiks kasutada mitmesuguste ehitusmaterjalide tootmiseks, näit.: raudbetooni agregaadiks või urbseks täidiseks. Põlevkivituhast granuleeritud räbu veel valmistatud ei ole, kuid otsustades põlevkivituha keemilise koostise järgi peaks selleks olema kindlaid väljavaateid.

f) Mineraalvatt.

Põlevkivijäätmete sulamassi aurujoaga pihustades saadakse peenekiulist materjali — mineraalvatti, mis on heaks soojusisolatsiooni materjaliks.

Põlevkivijäätmeist mineraalvati tootmine on põhimõtteliselt juba lahendatud, selgitamisel on veel mõned tehnoloogilise protsessi üksikküsimused.

g) Valatud kivid või plaadid.

Tuhamägedes leiduvad sulanud räbutükid, mis on osutunud küllalt tugevaks ja vastupidavaks, lasevad oletada, et põlevkivijäätmeist oleks võimalik valmistada mitmesuguseid ehituskive ja -plaate. Seni aga selle küsimuse juurde pole veel asutud.

h) Silikaatkivid.

Lubja asendamine põlevkivituha tsemendiga silikaatkivide tootmisel on tänapäeval täiel määral tööstuslikult läbi löönud. Nii on näit. silikaatkivide tehas «Kvarts» säärase silikaatkivide tootmise tehnoloogia juba täiesti omandanud. Lubja tuhaga asendamise majanduslik tõhusus on silikaatkivide tootmisel ilmne, kuna sel juhul jäävad ära lubja tootmise ja kütteaine kulu lubja põletamiseks.

j) Tuhakivid.

Sisaldades küllaldaselt põletatud lupja, on meil põlevkivituhk juba 15 aasta eest leidnud kasutamist side- kui ka täiteainena nn. tuhakivide valmistamiseks. Enne Suurt Isamaasõda tegutses Eestis ainuke tuhakivitehas Tallinna Balti Puuvillavabriku juures, mis on sõjategevuses hävinud.

Selle tuhakivitehase aastane toodang oli ca 3 milj. kivi, kus juures ta kasutas ära kogu Balti Puuvillavabriku «tuhatoodangu». Vastavalt rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanile, kasvab meil tuhakivide aastatoodang 1949. a. 12,5 milj. kivile ja 1950. a. — 22,5 milj. kivile (vaata lk. 155).

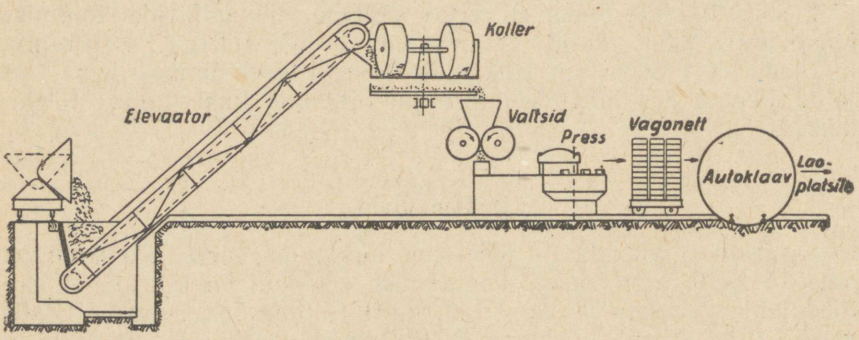
Tuhakivide valmistamise keemiline protsess põhineb samadel põhimõtetel, mis silikaatkivide valmistaminegi — tuhas olev põletatud lubi ühineb suure surve all kuumutamisel ja veeauru mõjutusel ränihappega keemiliselt kõvaks massiks.

Ainult ca 950° C juures saadud värske, s. o. niiskumata põlevkivituhk on kõlblik kivide valmistamiseks, teiste tuhaliikide tarvitamisel on paratamatu vajalik sideaineks tsemendi lisandamine.

Tuhakivide valmistamise tehnoloogiline protsess on väga sarnlev silikaatkivide tootmise menetlusega.

Vastavalt toodud skeemile toimub tuhakivide valmistamine alljärgnevalt.

Põlevkivituhk veega niisutatult veetakse kohale vagonettidega, mis tühjendatakse elevaatori alumisele otsale, kus vajaduse kohaselt lisandatakse teisigi aineid, näit. tsementi. Elevaator tõstab põlevkivituha kollergangi, kus veel vett juurde lisatakse. Kollergangis peenendatult ja segatult läbib põlevkivituhk valtsid, kust satub segaja kaudu pressi. Pressist väljuvad plonnid asetatakse vagonetile ja edastatakse viimasega autoklaavi, mille uks hermeetiliselt suletakse. Nüüd tõstetakse ülekuumendatud veeauru sissejuhtimise teel 2—2,5 tunni jooksul rõhk autoklaavis ca 8 atmosfäärini ja hoitakse sellisena kuni 8 tundi. Siis, auru juhtimisel teise autoklaavi, lastakse rõhk alla ja võetakse valmis tuhakivid välja.



Joon. 34. Tuhakivide valmistamise skeem.

Tuhakive valmistatakse tavalise telliskivi mõõtmetes; tema mahukaal on 1,6 kg/l, surutugevus 90—120 kg/sm^2. Põlevkivituhakivid on ilmastikukindlad, ainult pidevat veega kokkupuutumist nad ei talu.

Peale loetletud juhtumite kasutatakse põlevkivituhka ehitusasjanduses veel seinte õhuvahede täiteks, mustlagede katteks, kõnniteedeks, raudtee ballastimiseks jne.

8. Klaas.

Klaas on amorfne, läbipaistev, vee- ja õhukindel silikaatsulam. Klaasi tundsid juba antiikajal egiptlased, roomlased, kreeklased jt. rahvad. Keskajal oli kuulsaim klaasitööstus Veneetsias. Klaasivalmistamist hoiti suures saladuses, klaasivabrikute omanikel olid suured eesõigused — nad võisid saada aadliseisusse ja saatsid esindajaid valitsusse. Hiljem levis klaasivalmistamise oskus Itaaliast Saksamaale, Inglismaale ja mujale.

Antiik- ja keskajal tarvitati klaasi enam iluasjadeks, alles 17. sajandil hakati teda kasutama tarberiistadeks ja ehitusasjanduses — aknaklaasina. Alles viimasel ajal, tänu uutele ehituskonstruktsioonidele, eriti raudbetoon-sillastite levikule, mis võimaldab ehitada laiu sirgpiirdelisi avausi kiviseintes, võime tähele panna ehitiste aknapindade suurenemist. Nüüdsel ajal võib ütelda, et moodsaid elu- ja tööstushooneid ehitatakse kivist, betoonist, terasest ja isegi klaasist.

Klaas ehitusmaterjalina on leidnud laialdast kasutamist vannitubade, köökide, käimlate, tööstusruumide, operatsioonisaalide jms. seinte kattematerjalina, värviliste või värvitute klaasplaatide näol, mis seinavooderdusena võimaldavad suuremat puhtust ning valguse ja päikese juurdepääsu.

Klaasist valmistatakse veel erilisi klaaskatusekive, mida tarvitatakse kivikatuste puhul pööninguruumide valgustamiseks. Ülalvalgusena keldrites, kõnniteede ja hoovide kohal tarvitatakse suuremapinnalisi raudvõrguga armeeritud klaasplaate. Lõpuks klaaspuru leiab tarvitust ehitusmaterjalina, lisandina ilukrohvis jne. Aastast-aastasse laieneb klaasi tarvitamine ehitusasjanduses, tänu tema happekindlusele, kõvadusele ja läbipaistvusele.

Kaasaja klaas ja klaasivalmistamine erineb mitmeti antiikaja klaasist: ta peab läbi laskma võimalikult kõiki kiiri; autode, lennukite jms. jaoks valmistatakse nn. mittekillunevat klaasi; suur tähtsus on klaasitööstusel mitmesuguste teaduslikkude aparaatide, optiliste riistade jms. valmistamisel.

Eesti klaasitööstusele pandi alus XVII sajandil. Juba 1665. a. töötas Hiiumaal klaasitehas, valmistades aknaklaasi, pudeleid ja muid majapidamistarbeid. Klaasitööstuse asutamist Eestis on soodustanud kahtlemata tooraine (liiv) ja küttematerjali (puit, turvas) olemasolu.

Järgnevail sajandeil asutati juurde, peamiselt mõisade juures, veelgi klaasitehaseid, mis tootsid nii õõnes- kui ka tahvelklaasi.

Esimese maailmasõja eelset tahvelklaasi toodangut hinnatakse meil keskmiselt aastas ca 750 t-le, millest valdavam osa mahutati siseturule.

1914. a. alanud esimene maailmasõda mõjus eesti klaasitööstusele halvavalt, kuna sõja ajal ehitustegevus väheneb, järjest raskemaks muutus ka vajalike tööstustoorainete, nagu sooda, glaubrisoola jms. hankimine.

Kodanlikus Eestis tegeles algul tahvelklaasi tootmisega kaks vabrikut (Järvakandi ja Vändra), õõnesklaasi valmistamise alal algul kolm, siis kaks vabrikut. Algul tootmine toimus käsitsi (puhumisega),

mis ei võimaldanud kuigi suurt toodangut ega suutnud rahuldada täiel määral siseturu tarvidustki. Alles 1928. a. teostati Järvakandi vabriku tööstushoonete ja tehniliste seadmete ümberehitus ning mindi üle käsitsitootmisviisilt mehaanilisele tootmismeetodile. Järvakandi mehaanilise tahvelklaasitehase hoogsa tootmistegevuse tõttu sattus aga Vändras asuv käsitsitootmisel põhinev ettevõte raskustesse ning likvideerus 1930. a., millest peale jäi tahvelklaasi tootmise alal tegutsema vaid üks suurvabrik — Järvakandi.

Kui meie tahvelklaasitööstuses kasutatav klaasiliiv oli erandtult kodumaine, siis õõsklaasitööstuses oli ta peamiselt välismaise päritoluga (kuna kodumaine klaasiliiv sisaldab liiga palju rauda, mistõttu klaas tuleb poolvalge ning rohekas); ka klaasivalmistamisel klaasiliivale juurdesegatavad kemikaalid, nagu glaubrisool, sooda jne., olid samuti välismaalt sisseveetavad. Peale selle oli Järvakandi vabrik orienteeritud peamiselt välisturule ning tema tootmisvõime ületas mitmekordselt siseturu tarviduse; nii näit. moodustas 1936. a. siseturutarvitus 1800 t tahvelklaasi, eksport aga 5133 t.

Need asjaolud tegid Eesti klaasitööstuse täiesti sõltuvaks välismaistest toorainetest ja välisturgudele klaasitoodangu mahutamise võimalustest, nagu seda olid teisedki kodanliku Eesti tööstusharud, näit. tselluloos, paber, vineer jne.

Alles nõukogude võimuga Eestis sai meie klaasitööstus endale kindla aluse. Juba 1940. a. kasvas tahvelklaasi toodang ca 15 000 t-le (600 tuh. m²) ehk ligi kahekordseks, võrreldes kodanliku Eesti parimate aastatega. 1945. a. tahvelklaasi toodangu plaan on täidetud 127% ehk ca 35 000 t (1422,7 tuh. m²), millega täielikult rahuldati meie ulatuslikkude taastamistööde tarvidus aknaklaasis ning võimaldus isegi abistada kangelaslikku Leningradi linna Järvakandi tahvelklaasiga. Sellega on juba saavutatud tahvelklaasi (aknaklaasi) 1950. a. toodangu tase, mis on 1400 tuh. m².

Klaasivalmistamise toorained.

Klaasivalmistamise toorained on:

1) räniliiv — valge teraline kvartsliiv (SiO_2), mis on tekkinud põllupao lagunemisel; ränihapendit leidub veel mäekristallis, tulekivis, kõrgahju räbus jne.;
2) leelised — sooda (Na_2CO_3), keedusool (NaCl), glaubrisool ehk naatriumsulfaat (Na_2SO_4), potas K_2CO_3 jne.;
3) lubi jahvatatud paekivi näol (peab olema võimalikult rauavaba).

Kvartsi võib klaasis asendada ka boorhappega (booraksi näol $Na_2B_4O_7$) või fosforhappega. Kvartsi osiste suurendamisega tõuseb klaasi termiline ja keemiline vastupidavus.

Glaubrisoola tarvitamisel lisandatakse redutseeriva ainena sütt, nii et SO_2 lenduks ja järele jääks naatriumhapend (Na_2O). Keedusoola tarvitamisel on kloori kõrvaldamine raske. Potast tarvitati eriti vanaaja klaasivalmistamisel. Na_2O ja K_2O mõlemad lahustuvad vees, millega on seletatav antiikaja klaasi sätendav, läikiv välispind, mis on tingitud sellest, et säärane klaas sisaldab aineid, mis lahustuvad vee ja orgaaniliste hapete toimel.

Lubjahapendi (CaO) kõrval tarvitatakse veel pliihapendit (PbO), tsinkhapendit (ZnO), alumiiniumhapendit (Al_2O_3). Pliiklaas laseb ennast paremini lihvida ja sellepärast teda tarvitatakse optilisteks riistadeks, kristallesemeteks jne., kus on nõutav valguskiirte hea murduvus, klaasi selgus jms.

Klaasi värvituks muutmiseks lisatakse MnO_2, As_2O_3, Pb_3O_4, nikli ja koobaldi hapendeid. Nendes oleva hapniku mõjul klaasimassis leiduvad värvust andvad hapendid muutuvad värvituiks hapendeiks (rauahapend). Kui klaas FeO mõjul annab ebasoovitava roheka värvuse, siis lisatakse õige vähesel määral MnO_2, mis värvib klaasi nõrgalt roosaks ning täiendades rohelist värvust kaotab viimase.

Klaasimassi värvimiseks tarvitatakse mitmesuguseid metallide oksüüde, näit. FeO annab rohelist värvust, Fe_2O_3 — pruunikat, CuO — sinakasrohelist, CoO — sinist, Cu_2O — punast, kuld — ($AuCl_3$) rubiinpunast jne.

Klaasi koostis.

Ümbertöötamiseks kõlbliku ja vastupidava klaasisulatise saamiseks tuleb võtta ränihapet, lupja ja alkaale kindlas vahekorras. Olenedes klaasi sortidest kõigub ränihappe % 50—70, CaO — 6—30% ja Na_2O — 5—20% vahel. Klaasi valmistamisel toimuvad põhireaktsioonid on järgmised:

1. $CaCO_3 + SiO_2 = CaSiO_3 + CO_2$ ja
2. $K_2CO_3 + SiO_2 = K_2SiO_3 + CO_2$.

Täpset valemit klaasi koostise kohta anda ei saa. Igal tööstusettevõttel on oma klaasimassi segamisviisid, mis põhinevad kohalikel kogemusil.

Klaaside koosseis üldiselt on aga väljendatav järgmise (Dumas) empiirilise vormeliga:

$$R^{I}_2O \cdot R^{II}O \cdot 6SiO_2,$$

kusjuures: R^{I} — tähendab ühevalentset metalli (kaalium, naatrium, jne.) — s. o. harilik ehitusklaas, näit. $K_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$ või $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$.

R^{II} — tähendab aga kahevalentset metalli (kaltsium, tsink, plii jne.), näit. $K_2O \cdot PbO \cdot 6SiO_2$ (kaalium-pliiklaas — kristallklaas).

Klaaskauba teatavate omaduste (läige, sulavus, vastupidavus jne.) tõstmiseks muudetakse vastavalt klaasi valmistamiseks võetud lähteaineid ja nende vahekorda.

Mitmesuguste klaaside koosseisud on (Dumas' valemi järgi) järgmised:

Tabel 16.

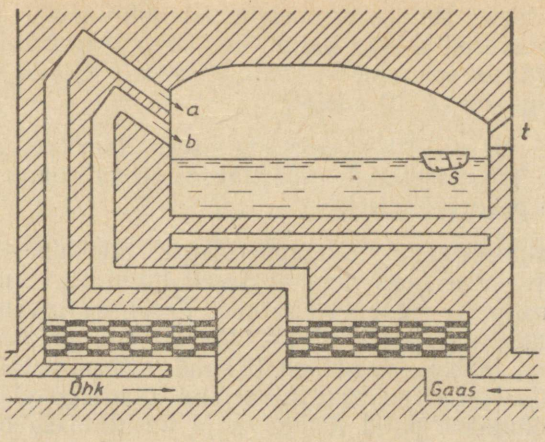
Klaasi liik	SiO_2	CaO	K_2O	Na_2O	PbO	Al_2O_3
1. Kaalium-kaltsiumklaas (harilik ehitusklaas)	70,8	10,9	18,3	—	—	—
2. Naatrium-kaltsiumklaas (harilik klaas)	75,5	11,6	—	12,9	—	—
3. Kaltsium-pliiklaas (kristallklaas)	53,2	—	13,9	—	32,9	—
4. Strass (pliikunstehteklaas)	38,2	—	7,8	—	53,0	1,0

Klaasi füüsikalised omadused olenevad ta keemilisest koostisest ning valmistamisviisist. Valmisklaas on amorfne, selge, läbipaistev ja homogeenne, ta ei lase hästi läbi ultraviolettkiiri ja on halb soojuse- ja elektrijuhtija. Klaas lahustub ainult fluorhappes (HF); normaalklaasi erikaal on 2,5, surutugevus 150—300 kg/sm^2.

Klaasi peamised vead võivad olla tema ebahomogeensuses: jooned, mullid, sõlmed, lained, ebaühtlane paksus, virvendus jne. Tehnilisteks otstarveteks toodetud klaasid (laboratooriumiriistad, termomeetrid, areomeetrid jne.) peavad taluma temperatuuri kõikumisi ja vastu pidama keemilistele mõjudele.

Klaasi sulatamine.

Lähteained segatakse peenendatult kindlates vahekordades segamismasinais võimalikult homogeenseks massiks ning toimetatakse sulatamiseks vann- või pottahjudesse. Harilik klaasimass sulata-



Joon. 35. Vannahju skeem: *a* ja *b* — gaasi ja õhu juhttorud, *s* — ujuk, *t* — avaus sulaklaasi võtmiseks.

takse ja keedetakse vannahjudes, peenemad klaasid aga pottahjudes pottides (ahju asetatud tulekindlates nõudes), kus nad leegiga otsekohe kokku ei puutu. Mida rohkem on klaasitoormassis lubjahapendit, seda raskemini ta sulab. Selleks, et hõlbustada toormassi sulatamist, lisandatakse värskele massile kuni ⅓ kaalust vana klaasi, mis sulab kergemini, soodustades peamassi sulamist ja reaktsiooni käiku.

Klaasimassi sulatamisel pottahjudes on eriti tähtis, et mass oleks ühtlane ja mullideta. Seda saavutatakse klaasimassis gaaside tekitamisega. Selleks surutakse raudoraga poti põhja kaalikaid, kartuleid, vettinud puuklotse või lisandatakse As_2O_3, salpeetrit jms., mis tekitavad klaasimassis gaasi. Klaasimass hakkab vahutama — keema, tema pinnale koguneb vahtu, mass aga selgub ja muutub läbipaistvaks ja homogeenseks.

Klaasimassi sulanemine toimub 1350—1500° C vahel, kusjuures toimub alkaalide mõjul lubja lahustumine ja tekivad silikaadid — klaas. Kui klaasimass on mullideta valmis keenud, lastakse ta sulatamisruumist töötlemisruumi, kus ta jahtub ca 800° C-ni; selle temperatuuri juures muutub mass venivaks, sitkeks, plastiliseks ja laseb end hästi vormida.

Klaasisulatamisahje on kahte liiki: ühed töötavad perioodiliselt, teised pidevalt. Ahjude kütmine toimub soojendatud õhu ja gene-

raatorigaasiga, mis juhitakse ahju nn. regeneraatorite kaudu, millega saavutatakse õhu eelkuumendamist 800°—1000° C-ni. Sulatamisahjude sisemised seinad ehitatakse kõige paremast tulekindlast materjalist. Massi sulamine vannahjus kestab 12—30 t. Niisuguste vannahjude iga on ca 10 aastat.

Paremate klaasisortide valmistamiseks tarvitatakse pottahje. Kui potid on ahju asetatud, müüritakse ahjud kinni ja jäetakse ainult augud proovivõtmiseks.

Potid valmistatakse ränihapperikkast tulekindlast savist ja šamotist, kuivatades neid väga aeglaselt (kuni 12 kuud) ning põletades ja glasuurides enne tarvitamist. Potid on tavaliselt ca 1 m kõrged, läbimõõduga kuni 1,5 m, 10—20 sm paksude seintega. Pottide iga on lühike, keskmiselt 3 kuud, sellepärast kontrollitakse aeg-ajalt nende seinte paksust; on seinad juba liiga õhukeseks muutunud, siis lõhutakse potid tükkideks ja kasutatakse neid tulekindlateks kivideks vannahjudes.

Pottahje köetakse samuti generaatorigaasiga, ainult parimate klaasisortide (optilised) sulatamiseks tarvitatakse puidukütet. Viimasel ajal on levimas elektriahjud, mis töötavad palju suurema soojuse säästuga.

Klaasimassi töötlemine.

Sulanud klaasimassi töötlemisviisi järgi jaotatakse klaaskaup kolme liiki:

1. õõnesklaas — valmistatakse kas puhumisega, pressimisega, või pressimise ja puhumisega;

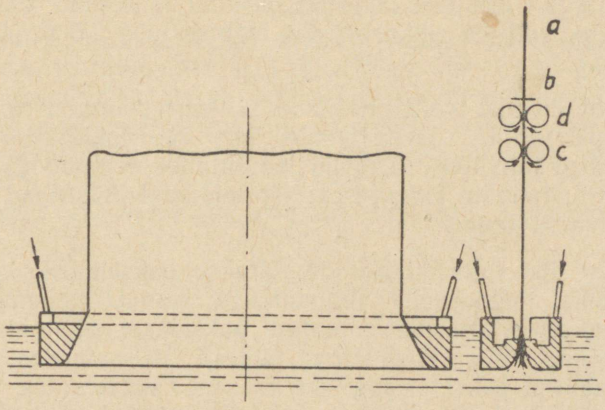
2. tahvelklaas — valmistatakse kas puhumisega, valamise või tõmbamisega (venitamisega);

3. eriklaas, näit. värvitud, matt, lihvitud, keemiliselt ja termiliselt stabiilsed klaasid jne.

Kõigest 18 aastat tagasi valmistati meil nii õõs- kui ka tahvelklaasi käsitsipuhumisega.

Klaasipuhumine nõuab suurt vilumust ja oskust, eriti keerulisemate esemete valmistamisel. Klaasipuhumise peatööriist on klaasipuhuja piipraudtoru puidust lipsuga ja peale selle tangid, käärid, raudpulgad, kahvlid jne. Piip on 1,2—1,7 m pikk, ühest otsast laiem, kuhu võetakse klaasi tilk, piibu teine ots aga võetakse suhu. Klaaside, pudelite ja teiste lihtsamate õõsesemete valmista-

mine toimub sellega, et piibu otsas olev klaasi mull aetakse sellekohasesse vormi, puhutakse täis, vorm avatakse ja klaasnõu võetakse vormist välja.



Joon. 36. Tahvelklaasi valmistamine Fourcault' menetlusel.

Harilikkude pudelite puhumine on 1905. a. peale mehhaniseeritud Owen'i masina leiutamisega. Klaasimassi vormi tõmbamine selle masinaga toimub vaakuumi abil allolevast liikuvast vannist: nuga lõikab massi lahti, pudelivorm asetub võetud klaasi ümber ja vormi pressitakse õhku. Valmispudelid transporditakse lõputu lindiga jahutuskanalisse ja lastakse seista kuni 12 tundi. Selle masina tootmisvõime on ca 1200 pudelit tunnis.

Tahvelklaasi käsitsivalmistamisel puhutakse piibuga pikk põis ja viibutatakse käes pikerguseks, lastakse jahtuda, siis soojendatakse uuesti ja puhutakse nii suureks ja paksuks kui vaja. Selleks, et põiest saada silindrit, lüüakse põie otsa rauaga auk sisse ja asetatakse põis ahju, kus ta löödud kohast pauguga lahti lööb. Liigutades põit saame tast sileda klaassilindri. Selleks, et nüüd silindrit piibu küljest vabastada, asetatakse silinder püsti ja lõigatakse ta teemandiga, kuuma rauaga või kuuma klaasmassiga piibu küljest lahti. Siis asetatakse silinder uuesti ahju ning kui ta pehmeks läheb, siis vajutatakse ta aluse peal kahe raudkepiga siledaks ja jahutatakse aegamööda, kuna järskujahtunud klaas on rabe.

Kuni 1928. aastani valmistati meil tahvelklaasi ainult käsitsipuhumisega. Järvakandi vabriku mehhaniseerimisest peale toimub aga see peamiselt Fourcault (loe furkoo) menetluse järgi, mis on levinenuim maailmas.

Selle menetluse järgi (vt. skeem) tõmmatakse sulaklaas kuumas olekus pidevalt valtside vahele, kusjuures vajalist klaasi paksust saadakse kas suurema (õhem klaas) või aeglasema (paks klaas) tõmbekiirusega. Ruutude laius on piiratud ja oleneb tõmbemasina laiusest, s. o. valtside pikkusest. On olemas juba 2,5 m pikki valtse, meil 1,8 m.

Pealpool ülemist valtsi *d* punkt *b* juures murtakse klaaslint katki ja tükk *ab* tõstetakse lauale, kus see lõigatakse tarviliste mõõtude järgi tahvliteks. Tahvlid jahutatakse aegamööda ja toimetatakse lattu, tahvlite lõikamisest järelejäänud lõikeribad aga lähevad klaasivanni tagasi.

Järgmist liiki tahvelklaasi nimetatakse paksklaasiks ehk poolpeegliklaasiks, mida meil valmistatakse samal menetlusel 4,5—7,0 mm paksuses. Masinatõmmatud paksklaasi ei tohi vahetada peegliklaasiga, mida toodetakse niihästi neissamades paksustes kui ülalmainitud paksklaasigi, kui ka veel suuremates paksustes, kuid valamise teel. Peegliklaasi meil Eestis seni veel valmistatud ei ole.

Peegliklaas on suure pindalaga ja paksusega, mida puhumisega on võimatu valmistada, näit. vaateakna peegliklaas. Niisugust klaasi valatakse servadega metallist laudadel. Servade kõrgus ja sellega klaasi paksus on reguleeritav. Vedel klaas kallatakse lauale, tasandatakse ja üleliigne mass voolab valtsimisel üle lauaservade äärte allseisvasse nõusse. Pärast valtsimist lükatakse laud ühes klaasiga selle jaoks ehitatud ahju, kus teda aeglaselt jahutatakse. Peegliklaasi jaoks toorainena võetakse puhtamaid ja parimaid materjale. Peegliklaas peab olema täielikult sile, ühesuguse paksusega, mullideta ja joonteta.

Valamisviis on palju odavam tõmbamisviisist, kuna siin jääb ära kulukas lihvimis- ja poleerimistöö.

Peale ülalmainitud klaasiliikide tuntakse veel:

a) pressitud klaas — s. o. vastavate vormide abil sulaklaasist mehaaniliselt pressitud esemed, nagu suhkru- ja soolatoosid, tindipotid, iluasjad, mis oma massiivsuse tõttu tavalisesti ei kannata äkilisi temperatuuri muudatusi;

b) venitatud klaas — kui sulaklaasi venitada, ilma et sinna õhku oleks sisse puhutud, siis saadakse klaastoru, pulgad; sel teel valmistatakse ka klaasvatti;

c) optiline klaas — keedetakse eri pottides, segades kõrgendatud temperatuuris tundide viisi; korduva sulamassi ümbervalamise ning sulatamise järel jahutatakse äärmiselt ettevaatlikult 1—3 kuu jooksul.

Ehitusasjanduses on kõige suurem tähtsus tahvelklaasil aknaklaasina; väärib mainimist veel traatklaas, mis omab suurt vastupidavust survele, tõukele ja on tulekindel. Traatklaasi valmistatakse sellega, et peenesilmaline traatvõrk pressitakse erivaltside abil sitke klaastahvli sisse ja pealispind tasandatakse kiirelt sileda valtsiga.

Eriklaasist valatud ehituskive on meil seni valmistatud väga vähe.

VI peatükk.

METSA- JA PUIDUTÖÖSTUS.

1. Eesti NSV metsavarud ja nende kasutamine.

Eesti NSV riigimetsade pindala 1941. a. andmeil arvestati 931 000 ha, mis moodustab 20,5% üldisest riigi pindalast. Metsasaadused Eestis moodustavad 25% kogu riigi üldtoodangust. Seega peab rahvamajanduse pidev varustamine metsatoormaterjalidega olema igati kindlustatud, milleks aga metsamajandus peab olema plaanikindel ja metsa kasutus vastama metsa toogivõimele.

Kodanliku valitsuse ajal Eestis ei kantud hoolt puistute toogivõime tõstmise eest, raiuti rohkem, kui lubas metsa juurdekasv, ega hoolitsetud küllaldaselt metsa uuendamise eest. Kui varemail, kodanliku Eesti aegadel jämedalt rikuti metsa juurdekasvu ja kasutuse pidevuse nõuet, siis saksa okupatsiooni ajal oli otse keelatud majandamiskavadest kinnipidamine, ja raiumine toimus raudteede ja maanteede lähistel, millega anti valus hoop meie metsamajandusele; sõjategevuse tagajärjel on ka vigastatud ja hävitatud suuremaid metsaalasid aktiivse sõja tallermaa piirkonnis. Narva, Vaivara ja rida teisi metskondi on peaaegu täielikult hävinud, samuti ka teistes Kagu-Eesti, Tartu-, Valga- ja Saaremaa metsandikes leidub palju surnud ja kuivamiseni vigastatud metsa. Peale selle on Eesti NSV riigi metsafond veel vähenenud seoses Eesti NSV riigipiiri muudatusega Petseri metskonna ja Narva-taguste metsade võrra.

Seni pole veel läbi viidud riigi metsafondi täpsustamistööd, kuid on selge, et saksa okupatsiooni ja sõjategevuse tagajärjel on meie metsamajandus ja metsafond saanud rängalt kannatada ning on osalt hävinud.

Tingituna sellest, et Eesti NSV ei kuulu NSV Liidu metsarikaste rajoonide hulka, on Eesti NSV metsade suhtes NSV Liidu RKN-i

otsusega arvatud defitsiitsesse tsooni ja meie metsad viidud II rühma, kus kasutus ei tohi ületada keskmist juurdekasvu.

1946.—50. a. NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan esitab suuri nõudeid meie metsatööstusele. Tohutul hulgal on vaja puitu, eeskätt tooraineks meil arenevale paberi-, vineeri- ja mööbli- ning tuletikutööstusele. Seoses suure hävitustööga, mida teostasid saksa okupandid meie linnades, külades ja tööstusettevõtteis, on nüüd, pärast sõja võidukat lõppu, elamute ja tööstusettevõtete taastamisel oodata suurt nõudmist ka metsamaterjalide järele; kuid puitu ehitusmaterjalina, eriti seinamaterjalina tuleks asendada võimalust mööda teiste ehitusmaterjalide liikidega (ehituspaas, tuhatellised, silikaatkivid jne.) ning tarvitada teda ainult asendamatuse korral. Puit küttematerjalina tuleb kõne alla ainult tarbepuiduks või tooraineks mittekõlblikus osas, muus osas aga asendatakse kõige lähemal ajal täielikult põlevkivi ja turbaga.

Ainult meie Metsatööstuse Ministeeriumi käitised peavad üles töötama ja välja vedama 1950. a. 2 050 000 tihumeetrit puitu, s. o. ligikaudu kaks korda rohkem kui 1945. aastal. Selleks, et tagada metsatööde laiendamist selle ulatuseni, mis on ette nähtud viie aasta plaanis, tuleb luua uusi metsatööstusi metsasügavuses, pikendada veokaugust olemasolevais metskondades, mis asetsevad raudteede, veeteede ja parvetusjõgede ääres. Veokauguste pikendamine kutsub omakorda esile vajaduse enamiku metskondade üleviimiseks mehhaniseeritud transpordile, sest hobutransport ei anna suurtel kaugustel küllalt tõhusaid tagajärgi.

Selleks, et metsatööstus oma ülesannetega neljandal viisaastakul toime tuleks, on tarvis tunduvalt tõsta ka metsatööliste tööjõudlust. See on aga võimalik ainult mehhanismide laialdase rakendamisega, s. o. veo-, raie-, laadimis- ja teiste tööde otsustava mehhaniseerimisega ning kvalifitseeritud tööliskaadrite loomisega, kui ka kõigi metsatööde õige ja otstarbekohase organiseerimisega. Seepärast vaatleme siinkohal metsa ülestöötamist üldse ja mõningaid meie metsatööstuse iseärasusi.

2. Metsa ülestöötamine inimjõul ja mehhaniseeritult.

Metsaraietööd Eesti NSV-s algavad tavaliselt oktoobris, kulmineerudes detsembris ja vaibudes veebruaris-märtsis. Metsamaterjalide koondamine ja vedu raiekohtadelt raudteede, maanteede või

parvetusteede äärde algab tavaliselt lumetulekul, kusjuures metsaveod jõuavad haripunktile veebruaris. Parvetustöid teostatakse aprilli- ja maikuus. Suvel teostatakse vaid piiratud ulatuses metsahooldamis- ja puhastusraieid, mis ei oma tööstuslikku tähtsust. Metsatööstuse sesoonsus on tingitud sellest, et talvel puud sisaldavad vähem niiskust, vähem lõhkevad ning on mädanemisele vastupidavamad; samuti on põllumajanduses talvel teatud määral töövaheaeg ja seega metsatöödeks vajaliku tööjõu küsimus kergemini lahendatav.

Tarbepuidu raieaeg peab seega toimuma siis, kui puu sisaldab mädanemist edendavatele seentele kõige vähem kergesti kättesaadavaid toiteaineid ning kõige enam vaiku ja parkaineid, mis mädanemist takistavad. Keemilised analüüsid näitavad, et enamik puid sisaldab kõige vähem vabu suhkruid talvekuudel, kevadel aga algab puus mahlade ringvool ja selle tagajärjel tõuseb kiiresti ka suhkrusisaldus. Seega peab puu langetama talvel, siis kui ta kasv täiesti seisab, millal puu on mädanemisseentele vastupidavam. Mahlarikkal ajal langetatud puul on veel teine halb külg — puidu rakud on vett täis, mispärast puit kuivades tugevasti kahaneb ja võib pakatada kõlbmatuseni.

Kuna puidu tehnilised omadused paranevad puu vananemisega, siis on kasulikum raiuda puud säärases vanuses, mil temast saab kõige tervema ja vastupidavama tüve ning parimate tehniliste omadustega tarbematerjali. Seda vanust nimetatakse puu parimaks raieeaks, mis oleneb suurel määral maakohast ja muist tingimusist, milledes puu kasvab, ning on igal puuliigil isesugune.

Tarbepuidu valmistamine metsas toimub enam-vähem vastavalt üksikute tööstusharude (ehitus-, paberi-, tiku-, mööbli- jne. tööstuste) nõuetele.

Kuigi Eesti NSV ei kuulu NSV Liidu metsarikaste osade hulka, siiski tuleb lugeda meie metsamajandust küllalt intensiivseks, sest meil töötab riigimetsades aastas keskmiselt kuni 50 000 inimest. Vaatamata aga metsaülestöötamistööde ulatuslikkusele on meil seni metsaraie- ja veotöödel määrava tähtsusega teguriks ikkagi jäänud raietööline ühes tema ammutuntud põhitööriistadega ning veotööline oma hobuveokiga. Ka puidu laadimine toimub meil kõikjal käsitsi. Need asjaolud suurendavad metsatööstuses tundu-valt tööjõu tarvidust ja omakulu, sest metsatööde mehhaniseerimine on meie vabariigis alles algastmel.

Teiselt poolt näitavad kogemused, et ka raie- ja veotööde organiseerimises on meil palju puudusi: puudub vilunud metsatöö-

liste kaader, metsatööde teostamise kord aga töökohustuse korras juhuslike ajutiste töölistega (rõhuvas enamuses talupidajad) on osutunud äärmiselt ebaratsionaalseks ja ebaproduktiivseks. Nii näit. üleriigiline keskmine tööproduktiivsus oli meil 1944/45. a. hooajal ainult 1,74 tm raietöölise kohta päevas, NSV Liidu põhjapoolseis metsatööstuse piirkonnis on aga see arv 5—10 tm, eesrindlikes brigaadides aga isegi kuni 20 tm-ni ühe töölise kohta.

Vaatleme, kuidas teostatakse tööjaotuse põhimõtet raie- kui ka veotöödel NSV Liidus, mida metsatöötlemise alal peetakse eesrindlikuks maaks.

Mitmeliikmelise töörühma (brigaadi) põhimõte seisab selles, et töö toimub ettevalmistatud raielangil, mis on jagatud vööndeiks ja kus igale töötajale on antud kindel ülesanne. Seejuures brigadiiriks on kvalifitseeritud raietööline, kes tavaliselt töötab saega. Laasimistööde, materjalide koondamise, okste põletamise jt. lihtsamate kõrvaltöödega tegelevad aga vastavad mittekvalifitseeritud abitöölised. Selliselt kulgeb tööprotsess pidevalt ja takistamatult, kusjuures iga tööline sooritab eri töid. Igal töörühmal on tavaliselt 2—3 saagi, kusjuures saagimistööd sooritatakse võimalikult hõõvelhammastusega ühemehesaega, mida NSV Liidu metsatööliste seas tema kõrge tööproduktiivsuse tõttu hüütakse «stahhaanovlikuks tööriistaks». Jämedamate tüvede saagimiseks on olemas töörühmas igaks juhuks ka kahemehesaag.

Tööjaotuse põhimõttel töötava töörühma suurus võib olla väga erinev, olenevalt metsa iseloomust ja tööliste vilumusest.

Raielangi organiseerimine ja ettevalmistamine omab eriti suurt tähtsust suuremates töörühmades, kuna siin töö peab kulgema nii, et kahel kõrvutiseisval vööndil ei tohi samaaegselt töötada langetaja ja abitööline, mis osutub ohtlikuks puude langetamisel.

Selliselt hästi ja otstarbekohaselt korraldatud tööd kestavad kuni iga tööjärgu lõpuni, millal toimub brigaadi üleminek ühelt vööndilt teisele.

Brigaadi tööviisi rakendamine NSV Liidu metsaülestöötamistöödel näitab, et tööproduktiivsus tõuseb keskmiselt 30—40%, üksikjuhtumitel aga isegi 100—200%.

Tööaja säästmise ja üldise tööedukuse seisukohalt on tähtis, et tööline töötaks iga päev hästikorrastatud tööriistadega. Sellepärast seda asjaolu, et ENSV metskonnis puuduvad seni alatised metsatööriistade korrastamise punktid ning vastavate abiriistadega varustatud kvalifitseeritud tööriistade korrastajad — tuleb lugeda suureks puuduseks ning meil metsatöötlemisel esineva madala tööproduktiivsuse üheks põhjuseks.

Sellest selgub, et metsaülestöötamise intensiivsuse ja tööliste tööjõudluse tõstmiseks on vajalik kõrgesti kvalifitseeritud tööliskaader, mida meil tuleb luua ja välja õpetada. Teiselt poolt tuleb meeles pidada, et tööjõu tarvidust metsatööstuses võib tunduvalt vähendada palju tööd nõudvate metsavarumisprotsesside igakülgse mehhaniseerimisega.

Kahtlemata tuleb metsavarumisel tarvitusele võtta suure produktiivsusega elektersaed. Tõsist tähelepanu tuleb pöörata traktorite rakendamisele puiduveol. Puude laadimisel tuleb laialdaselt kasutada kraanasid, nii statsionaarseid kui ka liikuvaid. Samuti ei ole meil veel mehhaniseeritud parvetustöid, meil ei kasutata veel kaugeltki kõiki jõgesid, mis kõlbavad parvetamiseks ja metsa väljaveoks praamidega. NSV Liidu metsatööstuses parvetatakse lõppsihtkohtadesse keskmiselt ¾ kogu ülestöötatud metsamaterjalist. Parvetamine on kõikidest teistest transpordivõimalustest odavam, kusjuures näit. ehitusmaterjalid oma väärtuselt midagi ei kaota, vaid koguni võidavad, sest puidust leiduvate toiteainete hulk leotamisega väheneb, mispärast ehitusmaterjal muutub mädanemisele vastupidavamaks. Ujutatud materjali peab küll kauemini või kunstlikult kuivatama, kuid see-eest ta peab ka kauemini vastu.

Kokku võttes võib ütelda, et meie metsatööde ratsionaliseerimiseks on vaja ette valmistada väljaõpetatud tööliskaader ning luua normaalsed tingimused masinate ja mehhanismide rakendamiseks, kuna tehnoloogilise protsessi madal tase ning tootmise halb organiseerimine metsatöödel ei sobi moodsa tehnika kasutamisega ja metsatööde mehhaniseerimisega.

3. Saeveskid.

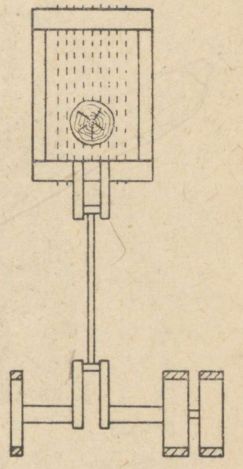
Metsamaterjalide väljavedu metsast ning nende koondamine transpordi lähtekohtadesse, s. o. suuremate maanteede ja raudteede äärde, võib toimuda väga mitmel viisil. Suuremate ja raskemate metsamaterjalide, nagu ehituspalgid, saepakud jne., edasitoimetamine lähtekohtadesse toimub tavaliselt parvetusjõgede kaudu; seal aga, kus parvetamiseks võimalusi ei ole, teostatakse väljavedu kas hobu-, auto- või traktorijõul.

Kuna toore puidu transportimine kuivamaa-teedel tõstab tunduvalt metsamaterjalide hinda, sest et toores puit sisaldab 40—50% vett, siis suuremates metsatööstustes seatakse otse raiutavasse

metsa üles nn. sae-kaatrid, milledel raiutud mets juba kohapeal laudadeks, plankudeks jne. ümber töötatakse, millisena teda siis veidi tahenenult edasi transporditakse, kas otse müügiks või edasiseks töötlemiseks.

Sääraselt raudteejaamade ja maanteede piirkonda koondatud metsamaterjal toimetatakse raudteel või jõuvankritel saeveskitesse ehk lauavabrikutesse tema saematerjaliks ümbertöötamiseks.

Saeveski on käitis saetud materjalide valmistamiseks. Ta koosneb jõujaamast, tööstushooneist ja laoplatsidest. Jõujaamas on tavaliseks jõuallikaks aurumasin, mida kõetakse saetööstuse jäätmetega: pinnalaudadega, saepuruga jne. Harvemini kasutatakse jõujaamade käivitamiseks veejõudu. Saeveski tööstusruum peab olema hästi valgustatud ja otstarbekohaselt paigutatud töömasinatega. Suures saeveskis leidub veel eriline kuivatushoone laudade kuivatamiseks. Laoplatsidest on eriti tähtis laudade laoplats, mis peab olema küllalt ruumikas, kuiv ja avatud tuultele. Palkide laoplats esineb harilikult ainult veebasseini puudumisel, kuna veekogu äärde ehitatud saeveskis palgid tulevad otse veest välja võtmisel saagimisele. Juhul, kui metsamaterjali juurdevedu lauatehasesse toimub raudteel või jõuvankritega, ehitatakse veel suurematesse saeveskitesse nn. palkide eelsoojendamisbasseinid, kuna eriti talvel mahavõetud läbikülmanud ümarmaterjali lahtisaagimine kiiresti nüristab saage.



Joon. 37. Saeraami skeem.

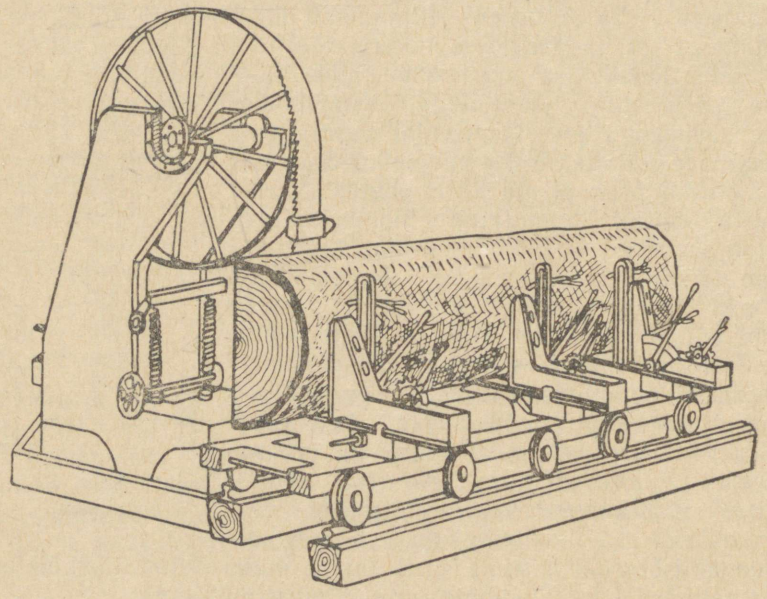
Saeveski põhitöömasinaks on saeraam ehk püstsaekaater. Saeraam on tugev, kindlais juhtmeis metallraam, kuhu on kinnitatud vertikaalselt niipalju sirgeid saage (kuni 20), et palk saetakse pikisuunas ühtaegu tarvilikuks sortimendiks. Saeraam on ühendatud käpa abil väntvõlliga ning selle käimapanemisel liigub üles-alla; saetav palk nihkub saeraamis nelja soonelise või hambulise valtsi abil perpendikulaarses suunas saeraami liikumisega, kusjuures see nihe võib olla kas pidev või perioodiline. Saeraami laius, s. o. vaheruum saagide asetamiseks, peab vastama teda läbistavate materjalide läbimõõtudele.

Saeraamid võimaldavad kõige puhtamat ja täpsemat ümarmaterjali lahtisaagimist ning neid tarvitatakse peamiselt väikeste ja

keskmiste läbimõõtudega okas- kui ka lehtpuupalkide ümbertöötamisel prussideks ja laudadeks.

Peale saeraamide kasutatakse metsatööstuses veel nn. lint- ja ümar- ehk kreissaage.

Lintsaemasin (vt. joonis) on kas rattale või kahele siledapinnalisele seibile pinguletõmmatud, tavaliselt plahvatusmootoriga käivitatav lindikujuline, painduv saeleht. Lintmasinate tööjõudlus on suur, kuna saagimisel palk surutakse liikuval vankril vastu saelehte



Joon. 38. Lintsaemasin.

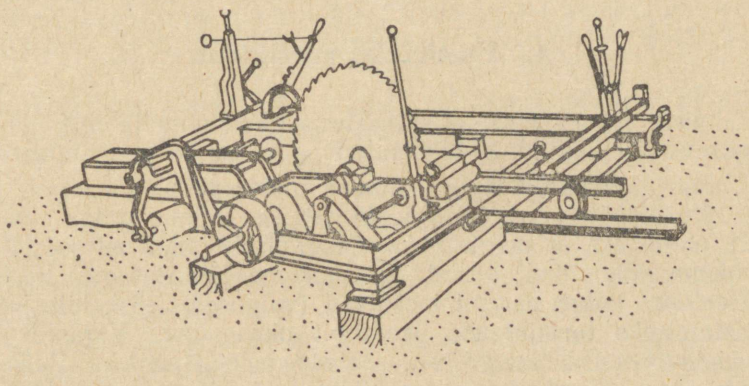
suure jõuga; ta võimaldab laudade saagimist soovitud paksuses ning suunas, kuid teostab korraga ainult ühe lõike.

Lintsaemasinad on meil vähe levinud ning neid tarvitatakse peamiselt jämedamate palkide (d üle 800 mm) ja väärtuslikumate lehtpuu sortide saagimisel.

Ümar- ehk kreissaemasinad teostavad palkide saagimist suure läbimõõduga (kuni 1800 mm) kettakujulise ümarsaega. Samuti nagu lintsaemasinadki teevad nad korraga ainult ühe lõike. Palk asetatakse liikuvale vankrile ning suunatakse vastu keerlevat kreissaagi. Kreissaemasinad on leidnud kasutamist peamiselt liiprite valmistamisel, ajutiste saemasinatena ehituste juures, küttepuude

lõikamisel jne. Nende peamiseks puuduseks on võrdlemisi suur puumassi kaotus, mis paksu kreissaega saagimisel muutub saepuruks.

Igas saeveskis on veel nn. servamis- ehk kantimismasin laudade külgservade eemaldamiseks. Lihtsamais servamismasinais on üks ümarsaag, millega saab korraga eemaldada ainult laua ühe külje. Harilikult on aga servamismasinas ühel teljel kaks ümarsaagi, mille vahet võib muuta, seetõttu osutub ka võimalikuks igasuguse laiusega laudu korraga kahest küljest servata.



Joon. 39. Ümar- ehk kreissaag.

Saeraamidega varustatud moodsad lauatehased (saeveskid) kujutavad endast täiesti mehhaniseeritud tööprotsessiga käitisi. Nende töökäik kulgeb umbes järgmiselt: ümarmaterjal toimetatakse palkide laoplatsilt eelsoojendusbasseini, kust ligunenud palgid lõputa lindiga transporditakse saeraami ette. Järjekordne palk veeretatakse transportöörilt rööbastel automaatselt liikuvale vankrile ning koos sellega sõidutatakse saeraami. Kui palk on juba umbes $^2/_3$ oma pikkusest saeraami läbinud, suundub vanker tagasi järgmise palgi vastuvõtmiseks. Saeraamist läbikäinud ning laudadeks saetud palk vabastatakse ning veeretatakse saeraamist eemale, misjärel töölised teostavad laudade ja pinnalaudade sortimist. Lauad edastatakse servamiseks ning edasi kuivatamiseks, kuna aga pinnalauad ning teised saejäätmed lähevad saeveski jõujaama kütmiseks.

Saeveskite koguarv Eestis ulatub ca 200-le. 19 suuremat ja tööstuslikult tähtsamat saeveskit, millest kolm (Tallinnas, Pärnus ja

Tartus) on mehhaniseeritud tööprotsessiga, alluvad meie Metsatööstuse Ministeeriumile. Töötajate arv neis käitistes on ca 770 inimest, tootmisvõime 600 m³ puitu vahetuses ehk 168 tuh. m³ aastas. Ministeeriumi 1946. a. plaan saematerjali osas moodustas 130 tuh. m³, 1950. a. aga 250 tuh. m³. Peale mainitute umbes 50 suuremat saeveskit kuulub teistele ministeeriumidele, nagu: Kohaliku Tööstuse, Ehitusmaterjalide Tööstuse Ministeeriumile, ETKVL-ile jne.; rida väiksemaid ettevõtteid on ka teistes süsteemides ja erasektoreis.

4. Puitkauba sortiment.

Valmistamisviisi järgi eristatakse puitkaupa nelja liiki: 1) ümmarguseks, 2) tahutud, 3) lõhestatud ja 4) saetud puitkaubaks.

Ümmargune puitkaup on esimene metsasaadus ja annab järgneval ümbertöötamisel teisi sorte. Palke valmistatakse kahesuguselt, ehitusteks ja saagimiseks. Saagimiseks minevad palgid peavad olema võimalikult oksteta ja suurema jämedusega. Et okaspuud ehitises kõige paremini säilivad (vaigused), siis ehituspalkide valmistamiseks tarvitatakse peamiselt okasmetsa. Vigased puud, näit. mädanenud südamega jne., saetakse põletuspuudeks. Palke valmistatakse väga mitmesuguses pikkuses ja jämeduses. Jämedust arvestatakse puu ladvapoolse läbimõõdu järgi. Ümmargust puitkaupa tarvitatakse ehituspalkidena, telefonipostideks, mastipuudeks, lattideks, teivasteks jne.

Kuna metsamaterjali vedu on kallis, siis vähendatakse palgi raskust ca 15—30% nende tahumisega. Tuntakse kahest, kolmest ja neljast kandist tahutud kaupa, näit. tammepalgid, liiprid jne. Viimasel ajal kasutatakse tahumise asemel saagimist, kuna sellega jääb ära tahumisel saadav praht ning saadakse nn. pinnalaudu.

Puitu sindliteks kiskudes saadakse lõhestatud materjali, mida kasutatakse tünnideks, katuselaastudeks, krohvimattideks, pakkimismaterjaliks jne.

Kõikidest ehituskaupadest tähtsaim aga on saagimisel saadav laud. Laudu valmistatakse väga mitmesuguses paksuses ja pikkuses. Laua laius oleneb palgi jämedusest, kuid harilikult üle 30 sm ei tõuse.

Olenevalt sellest, kust ja missugusel kujul on lauad puust välja saetud, eristatakse:

a) pinnalauad — kui lauale osa puupinnast peale jääb; pinnalaudu tarvitatakse mustadeks põrandateks, lagedeks, lihtsateks plankudeks jne.;

b) südamelauad — mida enam puu südame juurest laud on võetud, seda kergemini võib ta lõhkeda, mida enam aga pinna poolt, seda kõveramaks ta kuivab.

Laua väärtus on seda suurem, mida vähem on temas oksi; kuna aga keskmises südamega lauas on neid harilikult rohkesti, siis loetakse kõrvallauda paremaks.

Töötlemise järgi eristatakse laudu veel: 1) servamata laud, s. o. laud, nagu ta on puust välja saetud, 2) servatud laud — ühelt või mõlemalt poolt, 3) hööveldatud laud — samuti ühelt või kahelt poolt.

Headuselt jagatakse veel lauad mitmesse sorti. Säilitatakse laudu riitades ning müüakse mõõtu võttes laua keskpaigast.

5. Vineer.

Vineeriks nimetatakse väga õhukesi puidulehti, mida saadakse puidupaku lõikamise teel suure höövliterataolise terariistaga. Vineeri võib lõigata peaaegu kõigist puiduliikidest, tegelikult aga kasutatakse meil vineerplaatide valmistamiseks peamiselt kaske ja leppa. Mänd, saar jne. leiavad kasutamist ainult eriotstarveteks. Parimat vineeri saadakse kasepakkudest, kuna kasepuit on pika kiuga ja suure tõmbetugevusega ning laseb end hästi liimida.

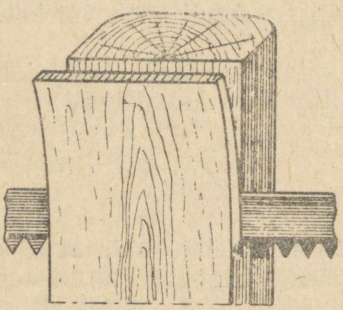
Vineerpuiduks mineva metsa langetamise aeg algab sügisel ja kestab kevadeni. Maharaiutud ja okstest laasitud pakud peavad vastama järgmistele nõuetele: nad peavad olema täies koores, terved, sirged, ilma kasvuvigadeta ja oksteta. Lubatud on ainult üksikud terved oksad, jämedusega kuni 5 sm, ühepoolne vähene kõverus ja pakkude otste keskkohas olev teatud suuruses kõva punane süda.

Kuna töökäik vineerivabrikutes on pidev ning kestab aasta läbi, metsamaterjaliga varustamine aga on hooajaline, siis toimub pakkude tagavarade säilitamine tavaliselt leotustiikides, kuhu pakud uputatakse ja kus nad vee all olles aastate kaupa püsivad tarvitamiskõlvulistena.

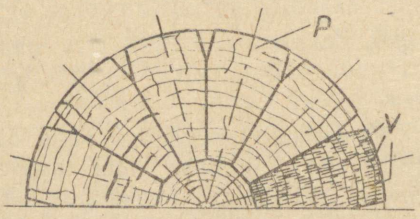
Laoplatsidelt või tiikidest vabrikusse toimetatud pakud lõigatakse kõigepealt suurte ümarsaagide abil vineerplaatide standardpikkusele, vastavaiks nottideks. Edasi oleneb tootmisprotsessi käik puiduliigist. Mõned puiduliigid, nagu mänd, tamm, saar jne., ei lase

end külmas olekus hästi vineeriks lõigata, sellepärast tuleb neid enne lõikamist pehmeks aurutada.

Nottide soojendamine võib toimuda kas nn. keetmise või aurutamise teel. Esimesel juhul pakud asetatakse betoonist või raudplekist kaevudesse, kus neile kuum vesi peale juhitakse; vee temperatuuri hoitakse aurujoa abil 60—70°C vahel. Teine tehnoloogiliselt eelistatavam viis on aurutamine õhukindlais kambrites, kuhu pakud toimetatakse vagonettidel ning kuhu nad jäetakse kuni neljaks tunniks ca üheatmosfäärilise aururõhu all. Paksemate vineeride lõikamiseks määratud pakke leotatakse enne vees ning seejärel veel aurutatakse kõrgendatud aururõhu all (ca 4 atm.).



Joon. 40. Saagimismenetlusel saadav vineer.



Joon. 41. Paku saagimine nottideks radiaal- (peegel-) vineeri saamiseks: *P* — nott, *V* — vineer.

Aurutamisele või keetmisele järgneb pakkudelt koore eemaldamine, mida tavaliselt teostatakse käsitsi; seda tööd on võimalik sooritada ka vineeripingil, kuid sellest hoidutakse, sest koore jäänused, liivaterad jne. võivad kergesti vineeripingi lõiketera rikkuda. Koore eemaldamisega lõpevad vineeripakkude ettevalmistamise tööd ning pakud on lõikamiseks valmis.

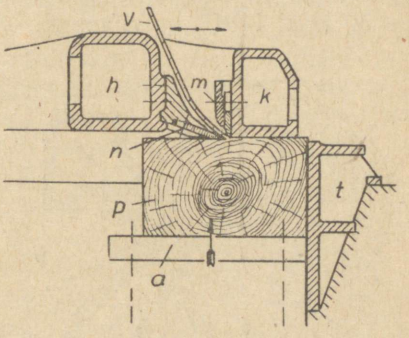
Vineerilõikamise masinaid on kolme tüüpi: ühed töötavad saagimise, teised hööveldamise ja kolmandad treimise ehk ringkoorimise põhimõttel.

1. Paku küljest vineeri saagimine võib toimuda kas erilise sõõr- (ümar-) saega või erilisel saekaatril. Saagimismenetlus ei nõua töödeldava paku eelkeetmist või -aurutamist. Paku ärakasutamine on äärmiselt väike, kuna sel menetlusel töötavad masinad raiskavad palju puitu saepuru näol; samuti pole võimalik nendega lõigata nii õhukest ja puhast vineeri, nagu see on võimalik kahte viimast tüüpi masinatel.

Vaatamata loetletud puudustele kasutatakse siiski seda menetlust, sest see võimaldab saada eriti hinnatud radiaallõikes vineere, nn. peegelvineere. Peegelvineeri valmistamiseks vajab pakk vastavat eeltöötlemist (vt. joon.). Tema eeliseks on peenekirjaline süüe, mida saavutatakse paku saagimisel perpendikulaarselt aastaringide suunale.

Saagimismenetlus on rakendatav ka veel nende puude juures, mis ei talu aurutamist (kaotavad oma loomuliku värvuse), nagu seda nõuavad teised lõikamisviisid.

2. Hööveldamismenetlusel kinnitatakse pakk tugevasti alusplaadi külge ja pikk noataoline tera koos suruliistuga liigub höövlina üle paku, eemaldades vineeri laia laastuna (vt. joon.).



Joon. 42. Vineeri hööveldamisena skeem: *n* — nuga, *m* — suruliist, *p* — nott, *a* — noti aluslaud, *h* — noahoidja, *k* — suruliistu hoidja, *t* — tugiraam, *v* — vineer.

Vineeri paksus on reguleeritav 0,1—10,0 mm-ni paku tõstmisega iga vineeri võtmise järel. Hööveldamisega saadud, või nagu seda veel nimetatakse — noavineer, on algul tangensiaal-, paku keskosas radiaal- (peegel-) ja lõpuks jällegi tangensiaallõikes. Moodsad vineeri-höövelpingid lõikavad kuni 5,0 m pikki pakke kiirusega 8—12 lehte minutis.

3. Treimis- ehk ringkoorimismenetlus. Koorest puhastatud nott kinnitatakse vineeripinki kahe tugeva käpa vahele, umbes nagu treitav ese treipinki. Käppade kaudu antakse notile pöörlev liikumine ümber oma pikitelje. Seepeale surutakse vastu notti lõikenuga, mille lõikeserv on paralleelne paku teljega, ja kooritakse vineeri kangana tangensiaalsuunas. Vineeri paksus on reguleeritav tera ja suruliistu ettenihke kiiruse muutmisega, s. o. mida kiiremini läheneb tera paku teljele, seda paksem tuleb vineer, ja vastupidi. Moodsate vineeripinkide abil on võimalik valmistada 400—800 eri paksuses vineeri 0,1—10,0 mm vahel, vastavalt hammasrataste kombinatsioone valides.

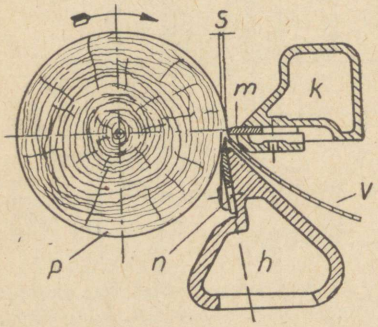
Ümarpuidu kasutamise suhtes treimise põhimõttel töötavad vineeripingid on kõige täiuslikumad, kuna siin pakust jääb järele vaid 10—15 sentimeetri jämedune südamik, mis annab umbes

2,0—5,5% kaotust. Enamasti on aga see osa pakust mädanenud ning tarvitamiseks kõlbmatu.

Selliseid masinaid ehitatakse mitmesuguses suuruses; suurimad neist lõikavad notte, millede pikkus on kuni 4,5 m ja läbimõõt 2 m.

Masinast tulev vineerkangas läheb vineerikääride vahele, kus ta lõigatakse sobiva pikkusega tükkideks ja sorditakse.

Vineeri lõikamisele järgneb tema kuivatamine. Kuna vineer lõigatakse kas toorelt või koguni leotatult, siis on värskelt lõigatud vineeri niiskussisaldus ka väga suur — 30 kuni 110% kuivkaalust.



Joon. 43. Vineeri lõikamine treimise põhimõttel: *n* — nuga, *m* — suruliist, *p* — nott, *s* — pilu noa ja suruliistu vahel, *k* — suruliistu hoidja, *h* — noahoidja, *v* — vineer.

Kuivatamise ülesandeks on vineerist liigse vee eemaldamine, esiteks selleks, et kaitsta vineeri hallitamise eest, ja teiseks selleks, et võimaldada ümbertöötamisprotsessi korralikku jätkamist.

Tänapäeval toimub vineeride kuivatamine peaaegu eranditult kunstlikult, sellekohases kinnises ruumis, kus temperatuur ja õhuniiskus on hõlpsasti reguleeritavad. Seejuures võib vineer paigal seista või liikuda erilise transportseadeldise abil läbi kuivatusruumi. Esimesel juhul on meil tegu nn. kuivatuskambriga, teisel — tunnelkuivatisega.

Kambrid vineeride kuivatamiseks on suured, riiulitega varustatud ruumid, mida köetakse tavaliselt auruga radiaatorpatareide abil. Kuivatamiseks laotakse vineer riiulitele, temperatuur hoitakse ca 40° C ja hoolitsetakse korraliku õhuvahetuse eest. Suurte auramispindade tõttu ja vineerilehtede väikese paksuse korral areneb kuivatamine kiiresti, 12—24 tunni jooksul.

Tunnelkuivatised on märksa suurema läbilaskevõimega kui kambrid. Märjad vineerid juhitakse läbi kuivatise traatvõrgust transportlindi või pöörlevate valtsipaaride abil. Kuivatamine toimub kuuma õhuga (kuni 160° C), mida vineerile vastu juhitakse. Õhu ringvoolu tunnelkuivatises tekitatakse ventilaatorite abil.

Kuivatamise aeg on selle menetluse juures väga lühike: 10—12 minutit, olenedes nii vineeri paksusest ja niiskusest kui ka kuivatises olevast temperatuurist ja niiskusest.

Pärast kuivatamist sorditakse vineerid uuesti ja pannakse siis teatavaks ajaks lattu seisma.

Vineeri kasutatakse edukalt plaatide, mööbli jne. pealispinna katmiseks ja ilustamiseks. Tähtsaim vineeri valmistamise viis on aga ristvineeri ehk vineerplaatide valmistamine.

Nagu teada, on puidu mehaanilised omadused piki ja risti kiudu väga erinevad. Ka oleneb puidu paisumine väga suurel määral veel niiskuse sisaldusest.

Puidu ebaühtlase paisumise kui ka ebaühtlase tõmbetugevuse saame suuremalt osalt kaotada sel teel, et liimime vineerilehekesed üksteise peale risti asetatult kokku. Sel viisil on näit. kolmekordsel vineerplaadil keskmise kihi lehe paisumine laiuse suunas takistatud kahe välimise kihi pikuti-paisumisega, mis on palju väiksem. Üldiselt — mida rohkem on vineeri kihte, seda püsivam on plaat.

Seega nimetatakse ristvineeriks plaati, mis on saadud erisuunaliselt kokkuliimitud vineerilehtedest.

Mehaanilistest omadustest on vineerplaadil parandatud peamiselt tõmbetugevus, kuna aga paisuvus, plaadi paksuse suunas, ei erine millegi poolest tavalise puidu omast. Tegelikkuses, näit. mööblite juures, ei ole see puudus õnneks kuigi tülikas, kui aga tahetakse saada igas suunas enam-vähem ühtlase tõmbetugevusega vineeri, näit. lennukiehitusel, siis plaat liimitakse nii, et üksikute vineeride kiud asetatakse üksteise suhtes 45° või koguni 30°. Sel viisil valmistatud vineerplaat kannab tähtvineeri nimetust.

Vineeri liimimiseks kasutatakse peamiselt kolme liiki liime: kaseiinliime, verealbumiin-liime (tavaliste plaatide jaoks) ja kunstvaik-liime — eriotstarbega plaatide jaoks.

Liimi kandmiseks vineeridele kasutatakse kaht teineteise peal pöörlevat valtsi, milledest alumine ulatub liimiga täidetud kolusse. Kuivale vineerlehele liimi pealekandmiseks lastakse see valtside vahelt läbi. Edasi asetatakse liimiga kaetud vineer teiste kuivade vineeride vahele ja koos nendega liimipressi.

Puhtad või kaseiiniga segatud albumiinliimid nõuavad nidumiseks temperatuuri 100—150° C; pressimine, olenevalt liimi koosseisust, kestab 3—10 minutit võrdlemisi tugeva surve all (15—20 kg/sm^2).

Liimipressid on varustatud auruga köetavate plaatidega, millede vahele asetatakse liimitavad vineerid; pressid töötavad hüdrauliliselt.

Peale ülalkirjeldatud liimimisviisi võib vineerplaatide liimimine toimuda veel nn. märjal teel.

Märjal liimimisel kaetakse vineerid otsekohe pärast lõikamist liimiga ja pressitakse kuumade plaatide vahel. Selle menetluse paremuseks on kõigepealt kuivatamiskulude kokkuhoid. Peale selle ei saa vineerid plaadiks liimitult kokku kuivada, vaid jäävad mõõtudesse, mis neil olid märjalt. Sel teel saavutatud sääst on nimetamisväärne, näit. kasepuidu puhul ca 8% plaadi pinnast. Selle menetluse puuduseks on aga asjaolu, et ülalnimetatud põhjustel tekivad plaadis väga tugevad sisemised pinged, mis võivad põhjustada plaatide pragunemist ja kaardumist.

Vineerplaatide liimimisele järgneb nende viimistlemine. Selleks asetatakse liimimiselt tulnud plaadid pakis, 10—25 plaati korraga, alusele ja sellekohase masinaga saetakse formaati. Pärast saagimist lähevad plaadid veel hööveldamisele ja lihvimisele.

Hööveldamine seisab selles, et plaat veetakse valtside abil üle noa, mis lõikab plaadilt üliõhukese laastu.

Teiseks masinaks, mida kasutatakse plaatide pinna viimistlemiseks, on lihvimismasin. Lihvimiseks veetakse plaat valtside või transportlindi abil kolme liivapaberiga kaetud pöörleva valtsi alt läbi. Lihvimise headuse tõstmiseks antakse lihv-valtsidele peale pöörleva liikumise veel edasi-tagasi-liikumine telje suunas.

Lihvimisele järgnevad sortimine, tembeldamine ja pakkimine.

6. Mööblitööstus.

Inimsoo levimisel palavvööst teistesse vööndidesse, kus ilmastik on tujukam, tundus tal tarvidus kindlama peavarju järele. Nii kujunes sajandite jooksul lehtedest ja raagudest valmistatud troopikametsa onnist moodne elamu — tänapäeva arhitektuuri viimane sõna — mitmekordne, kõigi mugavustega «pilvelõhkuja».

Maja valmimisega pole aga elamu veel valmis. Järgneb selle sisustamine, kaunistamine — mööbliga varustamine. Kuid mitte ainult mugava kodu, vaid ka tööruumide — kabineti, ameti-, magasiniruumide jne. seadeldamisel ei piirdu meie maitse enam sae ja kirve abil valmistatud mööbliga. Sellega on seletatav, et mööblitööstus on käinud läbi pika arenemistee ning tänapäeval on kujunenud suureks ning keerukaks tööstusalaks.

Mööblisepa töö algab materjali hankimisega; sellepärast vaatleme, missuguseid nõudeid esitatakse tarbepuidule ja selle töötlemisele.

Meie kliimas on tarbepuidu õige raieaeg puude talipuhkuse ajal, millal nad on kõige mahlavaesemad, sest siis on puus leiduv tärklis

kestva külma mõjul juba muutunud õli- ja rasvaineks, mis suurendavad puu kestust.

Nagu viimased uurimised näitavad, võib ka suvel mahavõetud puust saada head tarbepuitu, kuid see nõuab pärast puu mahavõtmist mõningaid ettevalmistusi ja hoolt. Selleks, nimelt puu tärklisevaeseks tegemiseks, kooritakse kasvav puutüvi kevadel päris maa lähedalt ning ülalt krooni alt, s. o. tüve oksteks hargnemise kohalt, ja jäetakse pikemaks ajaks seisma. Peale mahavõtmist aga jäetakse selline puu mõneks ajaks lamama ühes okste ja lehtedega, kusjuures tüüka ots kaetakse märja samblaga või asetatakse vette.

Tarbepuidu valikul tuleb silmas pidada, et tüvi oleks sirge, sihvakas, koor sile, ilma põiklõhedeta; head tarbepuiduks kasutatavad okaspuud peavad olema tihedate ja lehtpuud laiade, kuid ühtlaselt arenenud aastarõngastega.

Hästi valitud ja õigesti mahavõetud puu ei taga aga veel hea tarbepuidu saamist, vaid see oleneb suuresti puidu hoolikast ümbertöötamisest pärast tema maharaiumist või -saagimist.

Pärast puu mahasaagimist tuleb tüvi laasida okstest, lõigata soovitavas pikkuses saepakkudeks ja need koorida. Selliselt töödeldud puitmaterjal pannakse kuivama kuhugi ulualla tõmbetuule kätte. Laudu kui ka lõhestatud pakke üles ladudes tuleb nende vahele jätta vähemalt 3 sm paksused vahetükid selleks, et õhk ja tuul pääseksid igalt poolt kuivamapandud materjalile ligi. Vahetükid asetatakse nii, et nad oleksid ridades täpselt kohastikku, sest vahetükkide juhuslikul asetamisel painduvad lauad kõveraks ja keerdu. Niisamuti ei tohi jätta kooritud saepakke kauaks päikese kätte ega asetada tooreid laudu päikese kätte kuivama, sest päikese käes toores materjal lõheneb ja muutub nn. tuulepragude tõttu tarbepuiduna kõlbmatuks.

Okaspuud vajavad uluall nn. õhukuivaks kuivamiseks vähemalt kaks aastat, lehtpuud — 4 aastat, kodumaa tamm, saar, jalakas aga vähemalt 10 aastat. Sellisest õhukuivast materjalist tuleb aga enne töötlemisele võtmist veel kõrvaldada õhuniiskus, milleks teda tuleb veel umbes nädala jooksul toas kuivatada.

Väiksemate tooreste tarbepuidutükkide kuivamist on võimalik kiirendada aurutamise või keetmise teel. Aurutamisega muutub puu rabedaks, keetmine aga ei muuda puu kõvadust. Keetmise teel on võimalik taimemahla puidust kõrvaldada juba 10—12 tunni jooksul, olenedes puidutüki suurusest. Peale keetmist tuleb puidutükid laduda hästi hõredalt sooja kohta ja lasta neid seal kuivada paari nädala ümber, kusjuures kuivamise aeg oleneb loomulikult puidutükkide suurusest.

Selliselt õigesti mahavõetud ja töödeldud materjal on kõlblik mööbli valmistamiseks ja tarvitatakse väga mitmesuguste sisustusesemete tootmiseks.

Kui vana- ja keskajal kasutati mööbliesemete valmistamiseks ka kivi ja metalli, siis uuemal ajal valmistatakse mööblit erandituIt puidust ja vineerist.

Kõik sisustusesemed võib jaotada kolme pealiiki:

1) kast- ehk säilitusmööbel (kapid, kummutid jne.),

2) laud-mööbel (lauad, puldid, riiulid jne.),

3) iste- ja lamamismööbel (toolid, pingid, voodid, diivanid jne.).

Mööbli mõiste alla käivad seega kõik elamiseks ja töötamiseks tarvilikud sisustusesemed ehk majakraam.

7. Eesti NSV vineeri- ja mööblitööstus.

Eesti NSV vineeri- ja mööblitööstus on koondatud peamiselt meie suurema puidutööstuse — Tallinna Vineeri- ja Mööblivabriku kätte, mida majandab meie Metsatööstuse Ministeerium. Vineeri meil mujal ei toodeta, mööbli valmistamise alal aga tegutseb terve rida väiksemaid ettevõtteid linnade tööstuskombinaatide, Artellide Peavalitsuse ja teistes süsteemides.

Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrik (end. Luther) on asutatud 1841. a. Käitise tööstushooned on sõjas rängalt kannatada saanud ning on praegu taastamisel. Käesoleval ajal vabrik toodab vineeri ja mööblit ning vastavalt sellele on tal ka kaks osakonda.

Vineeri tootmise osakonnal on praegu kolm treimismasinat; vineeri liimimist teostatakse märjal menetlusel, kusjuures tööprotsess kulgeb järgmiselt.

Vineerilõikamismasinast jookseb lai (vineeri laius = paku pikkusega) vineerkangas, kiirusega ca 12 m minutis, isesuguste valtside vahele, kus tal ääred ketasnugadega siledaks lõigatakse. Siit rändab sama kangas lihvimis- ja siis vaalimismasinasse, kus ta auruga köetud kuumade valtside vahel mõlemalt poolt siledaks vaalitakse. Keskmisele, alumisele ja viimasele, ülemisele, valtsile antakse veel liikumine telje sihis, vineerile läike andmiseks.

Vineeri kuivatamine toimub sellekohastes aurukuivatites, kuhu ta jäetakse 8—10 tunniks 60° C temperatuuri. Müügile tuleb vineer kas kangana või lehtedena, milleks ta lõigatakse sellekohaste masinkääride abil.

Vineeritoodetest valmistab vabrik praegu vineerplaate, toolipõhju ja vineerkastilaudu.

Eesti kodanlikul ajal töötas vabrik peamiselt (90%) ekspordiks, kusjuures 93% vabriku aastase toormaterjali tarvitusest moodustasid kodumaa kasepakud. Kuna meie metsi on aastakümnete jooksul raiutud kaugelt rohkem tema loomulikust juurdekasvust (vt. lk. 168), siis puidutööstuse suurejooneliseks arendamiseks puuduvad meil väljavaated ning vineeritoodangu osas vabrik ennesõjaaegse tasemeni taastamisele ei tule.

Tingituna toorainete ressurssidest, suureneb meil siiski vineeritoodang viisaastaku jooksul 428%, s. o. 3,5 tuh. m³ 1946. aastal, 15,0 tuh. m³ 1950. a. Vastavalt sellele on ette nähtud lõpetada vabriku tööstushoonete ja seadmete taastamistööd 1948.—49. a.

Vabriku mööbliosakond toodab igasuguseid sisustusesemeid, nagu lakitud ja poleeritud büroo- ja korterimööblit, näit. kirjutuslauad, toolid, kapid, riiulid, voodid, pehme mööbel, garnituurid jne.

Viie aasta plaan näeb ette viia meie mööblitööstus ennesõjaaegsele tasemele. Sellele vastavalt suureneb vabriku mööbliosakonna toodang 3,5 milj. rbl. 1946. a. — 5,7 milj. rbl-ni 1950. a. (toodangu väärtus on arvestatud 1926/27. a. püsivhindades).

Laiendatakse mööblivabrikut «Rahva mööbel» Tallinnas ja «Niidu» mööblivabrikut Pärnus.

VII peatükk.

TSELLULOOS JA PABER.

1. Puidu koostis ja tarvitamisvõimalused.

Toores puit läheb kuivades märksa kergemaks, sest temast aurab vesi välja. Vett sisaldab puu 40—50%. Kui puitu õhus põletada, siis jääb järele vaid natuke tuhka, keskmiselt 0,5—3,0%. Nii koosneb puit põlevatest orgaanilistest ja mittepõlevatest anorgaanilistest ehk mineraalainetest.

Orgaanilised ained koosnevad neljast lihtainest — süsinikust (C), vesinikust (H), hapnikust (O) ja lämmastikust (N) — ning moodustavad kaalu järgi suurema osa, nimelt 99,6% õhukuivast puitainest.

Vastavalt sellele on veevaba puidu koosseis keskmiselt järgmine:

	C	H	O	N	tuhka	Kokku
Sisaldus — %	50,0	6,1	43,3	0,2	0,4	100%

Tuha-% puidus on väga kõikuv ja oleneb paljudest asjaoludest, nagu puu kasvukohast, vanusest, kliimast, kasvutingimustest jne. Näit. sisaldab puukoor võrdlemisi palju tuhka (5—10%), latv ja oksad on tuharikkamad kui tüvi jne.

Tuhk koosneb mitmesugustest mineraalsooladest, mida puu võtab maa seest toidu näol, suurema osa orgaanilisteks aineteks ümber töötab, osa aga muutmata jätab. Kõige rohkem (kuni 40%) leidub tuhas kaaliumi (K), nii et temast võib valmistada potast (K_2CO_3) ehk kaaliumkarbonaati (valmistatakse tuha leotamisega vees ja selgunud leelise kontsentreerimisega aurutamise teel). Potast kasutatakse põlluväetusainena ja vee pehmendusainena pesupesemisel.

Puidu koostises olevad süsinik, vesinik ja hapnik moodustavad kahte ainet — tselluloosi ja ligniini. Nii ligniini kui tselluloosi keemiliste elementide suhted on ühesugused — $C_6H_{10}O_5$, kuid tselluloosis esineb ainult hüdroksüüdi (OH) rühm, ligniinis aga metaoksüüdi (OCH_3) rühm, millega on seletatav ka asjaolu, et puidu tõrvavee destilleerimisel saadakse aineid, milles esineb metüülrühm, nagu: puitpiiritus (CH_3OH), äädikhape (CH_3COOH), atsetoon (CH_3COCH_3) jt.

Vanemates puudes on enam ligniini ja vähem tselluloosi, nooremates aga vastupidi. Ligniini võib puust kõrvaldada, kuna ta lahustub leelistes, eriti hästi aga kaltsiumbisulfiidi $CaH_2(SO_3)_2$ lahuses. Peenendatud puitu selle lahusega keetes ligniin lahustub, tselluloos aga jääb lahustumatuks — ja saadakse kätte puittselluloosina.

Peale tselluloosi ja ligniini sisaldab puit veel tärklist, suhkrut, vaiku jne.

Nii näit. on okaspuu keskmine keemiline koosseis järgmine:

tselluloosi	— 50—53%
ligniini	— 29—30%
suhkrut	— 14—16%
proteiine	— 0,7—1,0%
vaiku	— 3,0—7,0%

Need protsendimäärad võivad muidugi esineda ka suurematena või vähematena, vastavalt puu liigile ja kasvamistingimustele.

Tavaliselt mõistetakse tselluloosi all keemilisel teel valmistatud paberimassi. Tegelikult ei ole see õige, sest tselluloos on keemiliselt puhas aine, kuna paberimass on ainete kompleks, mis sisaldab 80—90% puhast tselluloosi. Tselluloos esineb kõikides taimeliikides, kõrkjatest puudeni, kusjuures tselluloosi füüsikalised ja keemilised omadused erinevad vastavalt taimeliigile ja kasvutingimustele.

Kõige puhtamal kujul esineb tselluloos puuvillas. Puhastatud puuvill sisaldab 98—99% tselluloosi. Tselluloos on valge, lõhnata aine, mis kuumuse käes laguneb enne põlemist. Vees ja nõrkades hapetes ja leelistes on tselluloos lahustamatu. Ta lahustub CuO, NH_3 lahuses ja kangetes kontsentreeritud hapetes, nagu H_2SO_4, HNO_3 jt.

Puittselluloos kuulub nõrgemate liiki, seejuures okaspuu tselluloos on tugevam kui lehtpuu oma. Tselluloosi füüsikalistele omadustele avaldab väga suurt mõju ka keemiline reaktsioon, mille abil tselluloos puust välja eraldatakse, samuti tingimused, milles see reaktsioon toimub.

Tselluloosi saamiseks võib kasutada kõiki puuliike, viimasel ajal saadakse teda ka õlgedest. Tselluloosi toodetakse veel mitme-

sugustest põõsastest ja troopilistest taimedest, milledest tähtsamad on bambus ja papüürus. Meil saadakse tselluloosi peamiselt okaspuust, kuna lehtpuu on selleks liiga kallis.

Tselluloos on tehnikas väga laialt tarvitatav aine: sellest valmistatakse mööblikaunistusi, veeanumaid, vanne ja muid sellesarnaseid esemeid, peaasjalikult aga kasutatakse tselluloosi toorainena paberi valmistamisel.

Tselluloosi keemilisel ümbertöötamisel saadakse veel:

1) vulkaanfiibrit — kokkupandud paberilehed kastetakse kloortsingi ($ZnCl_3$) lahusesse; pealispinnad lahustuvad ja moodustavad kompaktse aine, mida tarvitatakse kohvrite ja teiste tarbeasjade valmistamiseks;
2) atsetaat-tselluloosi, millest valmistatakse kinofilme, lakke, läbipaistvaid katteid jne.;
3) nitraat-tselluloosi, mida tarvitatakse lõhkeainete, lakkide jms. valmistamiseks;
4) chardonnet- ehk nitraat-, viskoos-, atsetaat-, vase- ehk pauli jt. tehissiidi liike (vt. tekstiiltööstus!).

2. Puitmass.

Puidust tselluloosi saamise, s. o. tselluloosi kõikidest kõrvalainetest vabastamise esimeseks operatsiooniks on nn. puitmassi valmistamine, mida kasutatakse toormaterjalina paberivalmistamisel.

Puit koosneb võrdlemisi pikkadest (0,1—0,5 sm) ja peenikestest rakkudest ehk puukiududest, mis üksteisega on kokku liimitud rakuvahelise ainega.

Rakkude seinad koosnevad tselluloosist, mis on läbi imbunud nn. inkrust-ainega (ligniiniga), mis annab puukiule kõvaduse painduvuse asemel (näit. puuvill!). Puidu kõvaduse ja tiheduse tõttu saab teda peenendada ainult mehaanilisel teel. Puitu veevoolus peenendades saadaksegi nn. puitmass; seega on puitmass mehaaniliselt hästi peenendatud puit.

Puitmassi valmistamiseks paberitööstuses tarvitatakse rohkem okaspuid, vähesel määral lehtpuude puitu juurde lisades; okaspuudest on parim kuusk, sest mänd suure vaigusisalduse tõttu annab kollast paberit.

Peenendamisele eelneb puuhalgudelt koore eemaldamine, mille järel nad lähevad peenendamismasinatesse ehk nn. defibreeri-

jatesse. Defibreerijates surutakse halud presside abil kokku ning kistakse pöörlevate kivide abil halgudelt laastud lahti. Kuna peenendamisel hõõrumisest tekib soojus, siis halgude isesüttimise vältimiseks juhitakse veskisse veejuga, mis viib ühtlasi peenendatud materjali sõeltele, kus toimub sortimine. Sortimiseks tarvitatakse tavaliselt kolme sõela, kusjuures 2-st ja 3-st sõelast läbinud massi veel peenendatakse harilikus veskitaolises masinas ehk desintegraatoris.

Puitmassi tarvitatakse papi valmistamiseks, koostisainena halvemates paberisortides ja lähteainena puittselluloosi valmistamisel.

Puitmassis pole veel tselluloos vabastatud ligniinist ja teistest kõrvalainetest, seepärast peab tselluloosi eraldamiseks puitmassist teda keemiliselt mõjutama, milleks on mitu võimalust.

3. Sulfit- ja sulfaattselluloos.

Tselluloosi tootmine puidust toimub peamiselt kas kaltsiumbisulfiti — $CaH_2(SO_3)_2$ (sulfittselluloos) või naatrium-hüdroksüüdi — Na(OH) ja Na_2SO_4 abil (natroon- ehk sulfaattselluloos). Peale nende on veel palju teisi keemilisi tselluloosi tootmise meetodeid, kuna nad evivad aga vaid väikest tähtsust ning meil sellelaadilisi tehaseid ei ole, siis jäägu nad siin mainimata.

Sulfittselluloos.

See on kõige tähtsam tselluloosi tootmise viis. Umbes ¾ kogu maailma tselluloosi toodangust valmistatakse kaltsiumbisulfiti abil.

Kuna kaltsiumbisulfit on happeline lahus, mis vaiku vähe lahustab, siis osutub vaik puidu töötlemisel suureks pidurdajaks; sellepärast tarvitatakse selle meetodi juures vähemvaigulisi puid, näiteks kuuske, mida kuivatatakse veel enne töössevõtmist vaigusisalduse vähendamiseks 1 kuni 2 aastat.

Sulfittselluloosi vabrikus on järgmised osakonnad:

1. Puidu prepareerimine.
2. Keetmislahuse valmistamine.
3. Puidu keetmine (tselluloosi eraldamine).
4. Tselluloosi pesemine ja sortimine.
5. Tselluloosi kuivatamine.

a) Puidu prepareerimine.

Kuna sulfittselluloos on valge, siis iga kooretükike temas on nähtav musta täpina, sellepärast sulfittselluloosi tootmiseks kasutatav puit peab olema täiesti koorest vabastatud. Puuhalgude koorimine võib toimuda kas käsitsi või mehaaniliselt vastavais pöörlevais trumleis, ning oleneb sellest, kas kooritakse leotatud, parvetatud või kuiva puitu.

Järgmisena läheb puit peenendamisele puitmassi valmistamiseks, mis toimub eelkirjeldatud viisil. Desintegraatorist tulevad laastud puhastatakse sõeltel okstest ja suurematest puutükkidest ning sorditud laastud juhitakse õhu või transportrihmade abil punkritesse, mis asuvad keetmiskatelde peal.

b) Keetmislahuse valmistamine.

Keetmislahuse valmistamiseks põletatakse tavaliselt kas väävlit või püriiti (väävlismuld). Väävel ühineb põledes õhus oleva hapnikuga ja annab vääveldioksüüdi:

$$S + 2O = SO_2.$$

Püriidi tarvitamisel:

$$2FeS_2 + 11O = Fe_2O_3 + 4SO_2.$$

Väävli- ja püriidiahjud on erinevad. Väävliahjud on horisontaalsed, pöörlevad trumlid, kuna püriidiahjud on kõrged vertikaalsed ja mitmeastmelised. Ahjudest tulev vääveldioksüüd surutakse ventilaatorite abil puust, tõrvatud happetornidesse, mis on täidetud lubjakividega, kusjuures torni tipust lastakse vett peale. Seejuures toimuvad järgmised reaktsioonid:

1. SO_2 tõuseb torni mööda üles ja annab veega väävlishappe

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3.$$

2. Lubjapagu ühinedes väävlishappega annab kaltsiumbisulfiti

$$CaCO_3 + 2H_2SO_3 = CaH_2(SO_3)_2 + H_2O + CO_2.$$

Tekkiv kaltsiumbisulfit kogutakse torni põhjas olevasse vastuvõtunõusse, kust teda pumbatakse vastavatesse tsisternidesse.

c) Puidu keetmine.

Puidu keetmine toimub suurtes kateldes, mida täidetakse laastude ja $CaH_2(SO_3)_2$ lahusega. Kuna lahus on happeline, siis kaetakse katel seest happekindlate kividega. Keetmine toimub auru abil ning kestab 12—20 tundi. Kuna reaktsiooni lõpp on väga kiire,

siis nõuab keetmine suurt oskust ja viiumust. Katla tühjendamine toimub surve all suurtesse basseinidesse, kus tselluloos pestakse puhtaks puidus leiduvatest kõrvalainetest, mis keetmisel muutuvad vees lahustuvaiks.

d) Tselluloosi pesemine ja sortimine.

Basseinides toimub ainult esialgne tselluloosi pesemine, siin on kiud veel üksteise küljes nagu laastudeski. Kiude eraldamiseks tarvitatakse nn. separaatorit, mis töötab hõõrumise põhimõttel; tselluloosile lisatakse rohkesti vett, mis samuti kergendab sortimist ja kõikide vees lahustuvate kõrvalainete kõrvaldamist.

Edasi puhastatakse tselluloos veel okstest, mis jäävad keetmisel tooreks, ning muudest tselluloosi erikaalust raskemaist lisanditest.

Selle järel läheb tselluloos sortimisele, mida teostatakse vastavais masinais, mis töötavad kas tsentrifugaal- või vaakuumipõhimõttel, ning millede ülesandeks on eraldada üksikutest kiududest kiudude kimbud ja oksad, mis on läbinud oksaeraldajast.

Peale sortimist on tselluloos tarvitamiskõlvuline.

e) Tselluloosi kuivatamine.

Sortijaist väljuv tselluloos sisaldab ühe liitri vee kohta 2—3 gr kuivainet. Tselluloosi kuivatamismasinaid on väga mitmesuguseid, kuid tavalisesti toimub vee kõrvaldamine kahes järgus, s. o. mehaaniliselt (trumlid) ja aurutamisega. On kuivatusmasinaid, kus kasutatakse aurutamiseks peale soojuse veel vaakuumi.

Kuivatatud sulfittselluloos on valge, veidi hallikasroosa tooniga. Pleegitamata ta oksüdeerub päikese ja õhu mõjul ja muutub kollakaks. Pleegitamata kujul tarvitatakse sulfittselluloosi mitmesugusteks paberiteks, mille iga on piiratud. Näit. ajalehepaber sisaldab 75% mehaanilist puitmassi ja 25% sulfittselluloosi.

Püsivamate paberisortide ja kunstsiidi valmistamiseks pleegitatakse sulfittselluloosi kloori (Cl) abil.

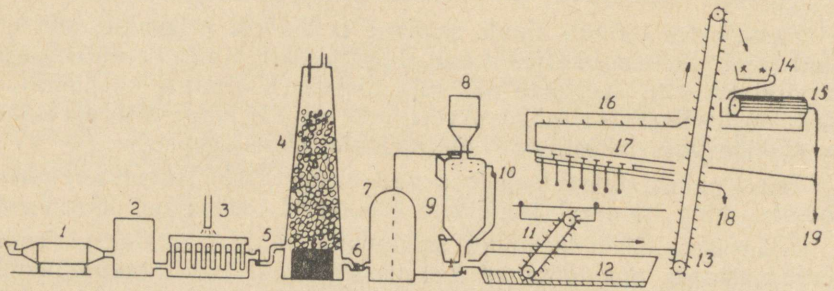
Sulfittselluloosi keetmisel tarvitatud lahust tavaliselt ei regenereerita, kuna ükski ümbertöötamisviisidest pole tasuv, sest kõige paremal juhul tulud katavad vaid töötlemiskulud.

Üldiselt aga on keetmislahuse regenereerimisel võimalik saada:

1. põletusainet — vesi aurutatakse välja ja saadud kuivaine tarvitatakse põletusainena, kuna ta sisaldab ca 50% keedetud puitu;

2. piiritust — puit sisaldab 14—15% suhkrut. Piirituse valmistamiseks neutraliseeritakse lahust lubjaga ja lastakse suurtesse nõudesse käärima. Lahuse destilleerimisel saadakse 95—97%-list tehnilist piiritust.

Peale nimetatu on tarvitatud sulfitlahusest võimalik valmistada veel pigi, parkainet, seepi jne.



Joon. 44. Sulfittselluloosi valmistamise skeem: 1 — väävlipõletamisahi, 2 — järelpõletamisahi, 3 — jahuti, 4 — happetorn, 5 — ventilaator, 6 — pump, 7 — happetsistern, 8 — laastusilo, 9 — keedukatel, 10 — tsirkulatsiooni-torustik, 11 — bagger, 12 — pesemisbassein, 13 — elevaator, 14 — separaator, 15 — oksapüüdja, 16 — liivapüüdevann, 17 — sortija, 18 — puhas tselluloos, 19 — oksad, killud jne.

V Sulfaattselluloos.

Tselluloosi tootmine leelise-meetodiga puidust ja teistest orgaanilistest ainetest (õlg, pilliroog jne.) on üks vanimaid. Juba vanas Hiinas tarvitati tuhaleelist, potast (K_2CO_3) või kustutatud lupja $Ca(OH)_2$ puidukiudude eraldamiseks muust orgaanilisest ollusest. Lubja tarvitamine ei ole kaotanud oma tähtsust kõrgemat sorti kaltsupaberite valmistamisel tänapäevalgi. Naatriumhüdroksüüdi (NaOH) hakati tarvitama nn. natroon-tselluloosi valmistamiseks alles 19. sajandi keskel. Kuna aga see kemikaal oli võrdlemisi kallis, siis 1879. a. keemik Dahl tegi ettepaneku võtta tarvitusele NaOH asemel odavam reagent — naatriumsulfaat (Na_2SO_4) ehk nn. glaubrisool.

Ühelt poolt sulfiittselluloosi valmistamise alal tehtud edusammude tõttu, mis selle tootmise tegid odavamaks, ja teiselt poolt asjaolu tõttu, et sulfaattselluloosi pleegitamisviisid ei olnud veel küllaldaselt arenenud, mis loomulikult piiras ta tarvitamist paberitööstuses, — oli sulfaattselluloosi tootmine kuni käesoleva sajandi kolmanda kümne lõpuni võrdlemisi väheldane, ning alles pärast

seda, kui ta oma kõrgete mehaaniliste omaduste ja vastupidavuse tõttu võitis endale paberiturul iseseisva tarvituse, hakkas ta tootmine kiiresti kasvama.

Natroon- ja sulfaattselluloosi tootmisviisi vahe on väike. Vabrikute sisseseade on mõlemal tööviisil täiesti sarnane. Vahe seisab ainult selles, et natroon-tselluloosi tootmisel asendatakse lahus regenereerimisel soodaga (Na_2CO_3), kuna sulfaattselluloosi tootmisel lisatakse glaubrisoola (Na_2SO_4).

Mõlemate nende tootmisviiside juures võib kasutada nii lehtkui ka okaspuid, õlgi jne.

Kuna kuusk on toormaterjaliks meie sulfittselluloosi-tehasele, lehtpuitu aga ei tarvitata tema kalliduse tõttu, siis jääb meie oludes sulfaattselluloosi-tehase toorainеks peamiselt männipuit.

Sulfaattselluloosi-tehases on kõik osakonnad nagu sulfittselluloosi-tehaseski ning lisaks nendele veel nn. aurutamise ja kaustifitseerimise osakonnad, kus teostatakse keetmiseks tarvitatud lahuse aurutamist ja regenereerimist.

Puude prepareerimine toimub samuti kui sulfittselluloosi tootmisel. Kui sulfaattselluloos on määratud pleegitamisele, siis on nõutav puukoore täielik kõrvaldamine, kui aga tselluloosi tarvitatakse pleegitamatult, näiteks pakkimispaberiks, papiks jne., siis pole puude absoluutne puhastamine nõutav, kuna sulfaattselluloosi loomulik värv on pruun.

Puitmassi valmistamine ja sortimine toimub analoogiliselt ülalkirjeldatud viisile, mille järel sorditud laastud juhitakse punkritesse, mis samuti asuvad keedukatelde peal.

Keetmisel tarvitatakse katlaid, mis on märksa väiksemad kui sulfittselluloosi tootmisel. Laastude keetmine toimub leelisega 6—7 tundi suure rõhu all ning ca 170° C temperatuuris.

Keskmise keetmislahuse koostis on järgmine:

Na_2CO_3	10—15	gr/l
Na_2SiO_3	1—2	„
NaOH	50—55	„
Na_2S	20—30	„
Na_2SO_4	5—13	„
Na_2SO_3	1—3	„

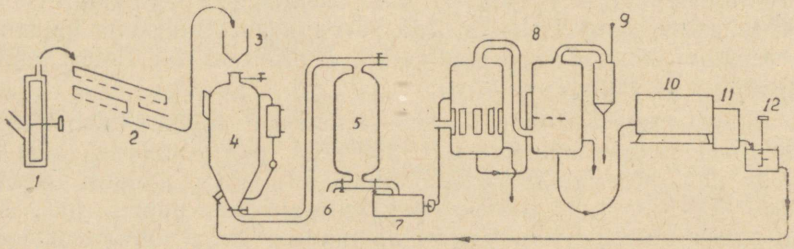
Leelise % suurendamine kiirendab puidu lagunemisprotsessi ja eraldab ka täielikumalt ligniini, kuid seejuures hakkavad puidukiudki lagunema ja tselluloosi saagis väheneb.

Leelise mõjul ligniinile tekib rida kõrvalreaktsioone, nendest võiks mainida tärpentini ja rea väävliühendite tekkimist. 1 t tselluloosi

kohta saadakse 8,5—9,0 kg tehnilist tärpentini, mille eraldamiseks on erilised kondensaatorid.

Vedel vaik tekib aga leelise mõjul puidus olevale vaigule, mis koguneb tarvitatud lahuse pinnale, kust teda saab kergesti eraldada; nii saadakse ühe t tselluloosi valmistamisel ca 30—35 kg vedelat vaiku (vaik- ning rasvhapete seepi).

Peale keetmist tühjendatakse katlad rõhu all pesuanumatesse, nn. difusooridesse, mis on samakujulised kui keetmiskatlad ning asuvad pesuosakonnas ringikujuliselt asetatult. Difusoorid on alumises osas varustatud sõeltega, millede kaudu tarvitatud lahus kui ka vesi voolab peale pesemist välja. Kuna tselluloosi pesemine kestab 10—20 tundi, siis on tavaliselt difusoore 2—3 korda rohkem kui keetmiskatlaid.



Joon. 45. Sulfaattselluloosi valmistamise skeem: 1 — puidu peenendi, 2 — laastusortija, 3 — laastusilo, 4 — keedukatel, 5 — difusoor, 6 — tselluloosi väljalasketoru, 7 — mustleelise tsistern, 8 — vaakuumauruti, 9 — kondensaator, 10 — pöörlevahi, 11 — sooda lahustamise ahi, 12 — sooda lahustamise bassein.

Tselluloosi pesemine toimub tavalisesti vastuvoolu-põhimõttel mitme veega, s. o. ühe ja sama veega pestakse mitmes difusooris. Sel teel saadakse kaunis suure kemikaalide sisaldusega pesuvesi; see on eriti tähtis selleks, et kemikaalide regenereerimisel oleks vaja aurutada võimalikult vähem vett.

Sulfaattselluloosi sortimine sarnleb peaaegu täiesti sulfittselluloosi sortimise vastavate seadmetega. Pestud ja puhastatud ca 2%-lise tselluloosi kuivatamine toimub esiteks mehaaniliselt (vasksõelad, viltpressid jne.); selliselt ca 45% kuivmassi sisalduseni pressitud tselluloos edastatakse erilistesse aurutusaparaatidesse, kus tselluloosi kuivatatakse sooja õhuga 10%-lise niiskuseni.

Kuivatamiselt väljuv tselluloosilint lõigatakse vastavate nugade abil lehtedeks, pannakse pakkidesse, pressitakse hüdrauliliste pressidega, seotakse kinni ja toimetatakse lattu.

Sulfaattselluloosi tootmise meetodi iseärasuseks on tarvitatud keetmislahuse regenereerimine, s. o. keetmiseks tarvitatud leelise osaliselt tagasisaamine ja värske lahusega segamine nõutava kanguseni uuesti tarvitamiseks.

Tarvitatud lahus koos veega, millega tselluloosi pesti, sisaldab kokku umbes sama hulga kemikaale, kui neid leidus värskes lahuses.

Et kemikaale võiks uuesti kasutada, pumbatakse pesuvesi pesuosakonnast aurutusosakonna aurutitesse, mis töötavad vaakuumi all, kuna seetõttu on vee aurutamine palju kiirem ka madalal temperatuuril. Aurutamise ülesandeks on lahja leelise kontsentreerimine. Kuna aurutamisega saadud viskoosne vedelik sisaldab ca 50% puitu, mis keetmisel ja pesemisel tselluloosist eraldati, siis arusaadavalt on ta osaliselt ka põletusaine.

Aurutusosakonnast juhitakse tihendatud leelis pumpadega kaustifitseerimisosakonda, mille ülesandeks on lõplik vee kõrvaldamine tihendatud mustleelisest, selle orgaaniliste ainete kõrvaldamine põletamise teel ja mineraalosa muutmine kaustifitseeritud soodaks (NaOH).

Eespoolmainitud lahus juhitakse ahju, mis sarnleb väävliahjuga. Siin muutub lahus mullasarnaseks massiks, kuna järgnevas, põlemiskambris toimub lõplik põlemine. Põlemiskambriks on silindrikujuline pöörlev nn. soodaahi ja soodasulatamisahi, kus toimub orgaanilise aine lõplik põlemine ja sooda sulamine.

Temperatuur põlemiskambrites kõigub 1200—1300° C vahel. Siit voolavad kemikaalid sulanud kujul ühes tuhaga sooda lahustusanumatesse (basseinidesse). Kadumaläinud kemikaale asendatakse glaubrisoolaga (Na_2SO_4), mida lisatakse kuivanud ja söestunud aine väljumisel keerlevast soodaahjust enne tema sattumist sulatusahju. Seejuures toimuvad järgmised reaktsioonid.

Süsiniku ja süsihappegaasi mõjul muutub glaubrisool ja seebikivi, mida lahus sisaldas, soodaks järgmiselt:

$$Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + CO_2$$
$$5Na_2S + 4O = Na_2S_5 + 4Na_2O$$
$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3$$

sooda.

Sulatusahjus põlemisel tekkinud kuumad gaasid juhitakse peale pöörleva ahju läbimist erilistesse kateldesse ja kasutatakse tööstusauru saamiseks, kuna aga glaubrisoola toimel saadud leeline juhi-

takse segastiga varustatud lahustusanumasse, kus teda pumbatakse üle nn. kannelevaatoritesse, mis on täidetud peenendatud lubjakiviga, kus toimub sooda kaustifitseerimine:

$$\underset{\text{sooda}}{Na_2CO_3} + \underset{\substack{\text{kustut.}\\ \text{lubi}}}{Ca(OH)_2} = \underset{\substack{\text{seebi-}\\ \text{kivi}}}{2NaOH} + \underset{\substack{\text{lubja-}\\ \text{kivi}}}{CaCO_3}.$$

Sel teel võib praeguste abinõude juures kemikaale tagasi võita 80—88%.

Sulfaattselluloos leiab laialdast tarvitamist tema eriti suure tõmbetugevuse tõttu igasuguste tugevpaberite, pakkimisvahendite, näit. tsemendi- ja superfosfaadikottide jne. valmistamisel, samuti väga mitmekesiste kõrgeväärtuslike isolatsioonipaberite valmistamisel elektrikaablite ja -juhtmete jaoks.

Pleegitatult kloori abil tarvitatakse teda paremateks kirja- ja trükipaberiteks ning kunstsiiditööstuses.

4. Paber.

Vanasti valmistati paberit kaltsudest, neid puhastades lubjaga keetmisel ja jahvatamisel erilistes masinates ehk hollendrites, millele järgnes lagunenud kiudude võrgul vildistamine, pressimine ja kuivatamine.

Kaltsudest valmistatud paber on väga tugev ja vastupidav õhu ja valguse mõjule ja sellepärast tarvitatakse teda praeguselgi ajal suure tähtsusega dokumentide jaoks, kuigi ta on kallim teistest paberisortidest.

Trükkimise ja eriti ajakirjanduse tõhus areng põhjustas suurt nõudmist paberi järele, mida kaltsude tagavarad ei suutnud katta. Tekkis vajadus asendada kaltse teiste kiudainetega ja tähelepanu pöörati nende suurimale tagavarale — puidule. Esimese aseainena leiutati puitpapp, s. o. mehaaniliselt kiududeks peenendatud puit, mis osutus väga odavaks materjaliks, kuid ei suutnud kaltse asendada, kuna papi koosseisus olevad ebaelastsed puitunud kiud ei anna küllalt tugevat paberit. Sellepärast tarvitatakse puitpappi ainult lisa- ehk täiteainena odavamate paberisortide valmistamisel, nii näit. sisaldab praegune ajalehepaber teda ca 70—75%.

Puitpapi valmistamine, mida tarvitatakse toorainena paberitööstuses, toimub järgmiselt.

Sõeladel sorteeritud puitmass (vt. lk. 189) tõstetakse välja vannist, mis on täidetud puitmassi ja rohke veega, pöörleva sõelakujulise silindri abil. Silindri pöörlemisel kandub puitmass selle välispinnale, kusjuures vesi ära voolab. Silindri pinnalt juhitakse puitmass lõputa lindile, mis valtside vahelt läbi läheb. Valtside vahel pressitakse puitmassist viimane veesisaldus välja ja masinast väljub papp, mida lõigatakse ja pakitakse analoogiliselt tselluloosile.

Palju parema kaltsude aseaine moodustab aga tselluloos, kuna tema kiud on palju elastsemad võrreldes puitpapiga, sellepärast tselluloosi valmistamisviiside leiutamisega on tselluloos leidnud laialdast kasutamist paberivalmistamise lähteainena.

Nii oleksid paberi valmistamisel tarvitatavad tähtsamad toormaterjalid kaltsud, puitmass ja tselluloos. Paberi headus oleneb võetud lähteainete omavahelisest vahekorrast. Puht kaltsudest paberit meil enne Suurt Isamaasõda ja kodanliku Eesti valitsuse viimaste aastate jooksul toodetud ei ole, vanasti aga valmistas seda Räpina paberivabrik. Valge paberi valmistamiseks tarvitatakse enamasti pleegitud sulfittselluloosi, kuna sulfaattselluloosi kasutatakse peamiselt pleegitamatult pruunivärvilise tugev- ehk jõupaberi tootmisel.

Ei saa mainimata jätta veel ühte tähtsat lähteainet paberitootmisel, nimelt vanapaberit. Vanapaber sorditakse, pestakse ja jahvatatakse masinates, mis töötavad puitmassi valmistamise seadeldiste põhimõttel, ja segatakse tselluloosiga. Kahjuks võib vanapaberit tarvitada ainult tumedavärviliste või hallide paberisortide valmistamiseks, kuna seni pole veel õnnestunud trükkimisvärvi täieline eemaldamine.

Paberi valmistamiseks segatakse mitmesugused kiulised pooltoorained üksteisega kindlas vahekorras, siis lisatakse täiteained, nagu kaoliin, kips, talk, kriit jne. Need lisandid peavad olema väga puhtad, valged ja peeneteralised. Nende täiteainete lisandamine suurendab paberi tihedust ja teeb ta valgemaks, kuid vähendab ühtlasi ta tugevust. Täiteainete rohkus suurendab paberi tuhasisaldust, näit.: kirjutuspaberid sisaldavad 6—8%, trükkimispaberid 12—16% ja eriti kõrgeväärtuslikud paberid kuni 30% tuhka.

Paberi välimuse parandamiseks ja tihendamiseks vedelikkude läbitungimise vastu lisandatakse kiukeste vaheruumi täitmiseks liimi, mille tagajärjel paber muutub kirjutamiskõlblikuks.

Juhul, kui tahetakse valmistada värvilist paberit, lisandatakse värvaineid. Valgetelegi paberisortidele lisandatakse värvi (tavalisesti sinist), kuna kiudained üksi on kollaka värvusega; seda toimingut nimetatakse paberi sinetamiseks.

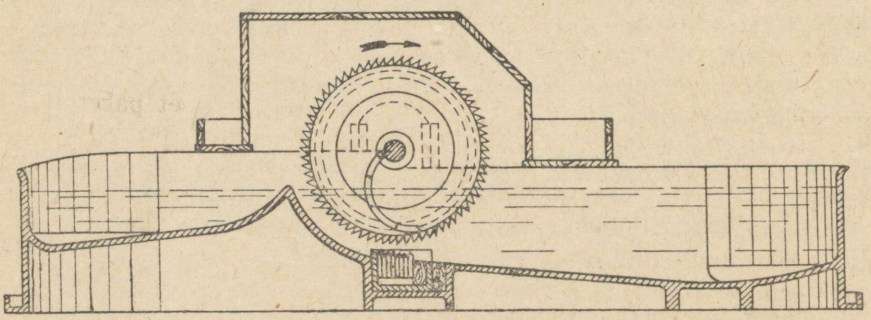
Sinetamist, liimimist ja täiteainete lisandamist jne. ei esine aga kaugeltki kõikide paberisortide valmistamisel; näit. kuivatusfilterpaberit jne. ei liimita üldse, kuna ajalehepaberit väga vähe, sest nad peavad jääma urbseteks.

Kõiki neid operatsioone teostatakse erilistes jahvatamisseadeldistes ehk hollendrites, paberimassile rohkesti vett juurde lisades.

Hollender (vt. joonis) koosneb ovaalsest, lahtisest kahte ossa jaotatud anumast, kusjuures mõlemad anuma osad on omavahel ühendatud.

Anuma ühes osas asub horisontaalse telje ümber pöörlev trummel, mis ajab pudrupaksu segu ringi. Trummel ja ka anum põhitrumli all on varustatud nugadega, mis trumli pöörlemisel töötavad nagu käärid.

Kuigi kiudainete jahvatamist hollendrites teostatakse edukalt juba sajandeid, ei ole seejuures toimuvad protsessid veel lõplikult



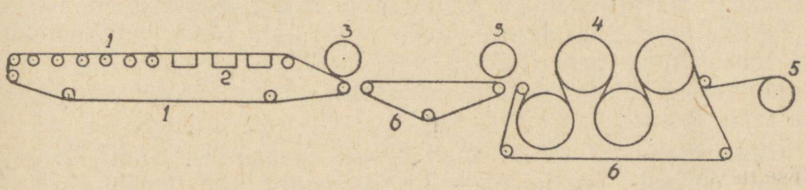
Joon. 46. Hollender.

selgitatud. Paberi tugevus kasvab jahvatamismäära suurendamisega, kuid muud paberi omadused olenevad väga mitmesugustest teistest tingimustest, näit. kiudainete ristilõikamisel säilitatakse nende loomulikku jämedust, sest kui pikkust lühendatakse, saavutatakse hõredat, hügroskoopset paberit (näit. kuivatuspaber). Vastupidisel juhul, s. o. kiudude pikuti-lõikamisel, saadakse vett palju raskemini läbilaskvat ehk nn. kõlavat paberit.

Varieerides hollendri töötingimusi jahvatamisega ja toorainete (sulfit- või sulfaattselluloos, puitpapp või kaltsud jne.) vahekorda, on võimalik saada pabereid, mille omadused on mainitud äärmiste juhtude vahepealsed. Kahjuks puuduvad selleks teoreetilised alused ja rasket paberivalmistamise kunsti omandatakse alles kauaaegse praktika kaudu.

Hollendris hästi läbisegatud ja peenendatud paberisegu ehk paberimassi lahjendatakse veega kuni 0,3—1,0%-lise kontsentratsioonini ja juhitakse paberimasinale läbi erilise seadeldise, mis reguleerib segu koostist ja voolamishulka. Masina esimene, nn. märgosa koosneb rullidel liikuvast lõputust sõelast ja pressidest, millede vahele juhitakse paberisegu. Osa vett voolab sõelast läbi, mille tõttu kiudude mass tiheneb, moodustades vildi; järelejäänud vesi aga kõrvaldatakse osalt vaakuum-imejate abil, mis asuvad sõela all, osalt presside abil. Need pressid ehk valtsid koosnevad kahest silindrist, milledest ülemine surub kiudude kihti oma raskuse jõul kokku. Ülemised silindrid on tavaliselt kas malmist või graniidist, villase kattega, alumised on aga kergemast materjalist ja kummikattega.

Masina märgosast paber väljub 25—45%-lise kuivaine sisaldusega ja satub nüüd nn. kuivossa, mis koosneb õõnsatest auruga soojendatud malmsilindritest. Silindrite arv võib kõikuda 10—50-ni. Esimese silindri temperatuur on umbes 50° C, viimaste oma võib



Joon. 47. Paberivalmistamise skeem: 1 — võrksõel, 2 — vaakuumimejad, 3 — pressid, 4 — kuivatamissilindrid, 5 — paberrull, 6 — vildid.

ületada 100° C. Kuna kuivatamisel paber masina liikumise suunas venib ca 5—10% võrra, siis peavad silindrid pöörlema erinevate kiirustega, milleks neid ühendatakse rühmadeks, kusjuures igal rühmal on eri mootor või transmissioonijaam.

Paberimasinast tulev paberilint keritakse rulli erilistel masinatel või lõigatakse vajaduse korral ribadeks ja poognateks, sorditakse käsitsi, pakitakse ning toimetatakse lattu.

Paberi parema sileduse saavutamiseks lastakse paber veel läbi triikimismasinast ehk kalandrist, mis koosneb malm- ja pappsilindritest ning mille laagrid on liikuvad püstisuunas, nii et ülemised silindrid suruvad oma raskusega alumistele. Üks alumisi silindreid on ühendatud mootoriga; teised pöörlevad hõõrdejõul ja mõjuvad nagu triikraud nende vahel kiirusega kuni 300 m/min. libisevale paberile.

Mõnesid paberisorte töödeldakse veel täiendavalt peale triikimist, näit.: kaetakse vahaga (vahapaber), mõjutatakse väävelhappega (kunstpärgament) jne.

5. Eesti NSV tselluloosi- ja paberitööstus.

Fašistliku okupatsiooni ja sõjategevuse tagajärjel meie tselluloosi- ja paberitööstusele on löödud raskeid haavu. Maani on põletatud Türi paberivabrik, osaliselt on purustatud Kehra tselluloositehas, Viktor Kingissepa nim. tselluloosi- ja paberivabrik Tallinnas ja terve rida teisi vabrikuid.

Kodanlikul ajal Eesti tselluloosi- ja paberitoodang olenes suurel määral ekspordivõimalustest, suurenedes kord-korralt ning vähenedes uuesti, kusjuures kodanliku valitsuse viimaste aastate jooksul ekspordioludest tingitult suuremat tähelepanu pöörati tselluloosi kui poolfabrikaadi valmistamisele.

Tingituna meie niigi laastatud metsade säilitamise vajadusest, me ei saa jätkata kodanliku valitsuse ja saksa okupatsiooniaegset röövpoliitikat metsakasutamise alal, sellepärast oleva viisaastaku kestel tõuseb meie paberitööstus vaid ca 75% võrreldes 1941. a.; ka tselluloosi alal saavutatakse sõjaeelne olukord alles järgmise viisaastaku jooksul.

Tselluloositehaseid töötab meil praegu kaks; üks neist, Kehra, valmistab sulfaat-, ja teine — V. Kingissepa nim. tselluloosi- ja paberivabrik Tallinnas — sulfittselluloosi. Vaatamata sellele, et need mõlemad tehased sõjas osaliselt hävitati, suudeti neid võrdlemisi lühikese aja jooksul niipalju korda seada, et juba 1945. a. nad andsid kodumaale toodangut.

Kehra sulfaattselluloosi tehase lõplik taastamine ja rekonstrueerimine lõpetatakse 1948. a., kusjuures alates 1949. aastast ta hakkab valmistama ka paberit, milleks senise tehase kõrvale ehitatakse veel uus paberivabrik.

V. Kingissepa nim. sulfittselluloosi- ja paberivabrik taastatakse oleva viisaastaku jooksul ca 50% ulatuses, võrreldes ennesõjaaegse toodanguga, kuna metsa puudumisel pole otstarbekas taastada teda endistes mõõdetes; pealegi asub ta Tallinna linna administratiivpiirides, toormaterjali juurdevedu on kulukas ja juba praegune vabriku veetarvitus, mida saadakse Ülemiste järvest, võrdub peaaegu kogu linna vee tarvitusega jne.

Kartongivabrikutest taastatakse meil endistes mõõdetes Räpina ja Joaveski vabrik, Tallinna ja Kohila paberivabrik on määratud

laiendamisele. Türi paberivabrik, võimsusega 12 tuh. t. aastas, taastatakse alles järgmise viisaastaku jooksul.

Vastavalt neljanda stalinliku rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanile kasvab meie tselluloosi- ja paberitööstuse toodang 1950. a. enam kui kolmekordseks.

Juba praegu valmistavad meie paberivabrikud üle kümne erisordi paberit, nagu ajalehe-, rotatsiooni-, trüki-, kirjutus-, pakkimispaberit jne. Viisaastaku lõpuks tõuseb sortiment aga ligi 20-le, kusjuures hakatakse valmistama ka kõrgekvaliteedilist toodangut, nagu bristol-, sügavtrüki-, joonestus- jne. paberit.

VIII peatükk.

TEKSTIILTÖÖSTUS.

1. Tekstiiltööstuse toorained ja tootmise ulatus.

Tekstiiltööstuse alla kuuluvad üldse kõik tooted, mida saadakse mitmesuguste kiudainete töötlemisel. Laiemas mõttes kuulub seega siia ketramine, kudumine, apreteerimine, pleegitamine ja palju muid riidematerjalide viimistlemise töid.

Tekstiiltööstust võib vaadelda ümbertöötatavate toorainete ja töötlemisviisi seisukohalt.

Tekstiiltööstuses töödeldavad toorained on väga mitmesugused, nagu: puuvill, vill, siid, lina, kanep ning teised looma- ja taimekiudained, kui ka mineraalse päritoluga kiud, näit. asbest-, metall-, klaas- ning kunstkiud, nagu tehissiid, käseiin, neuloon jt.

Töötlemisviisi seisukohalt eristatakse tekstiiltööstuses ketramist, kudumist, kalevivalmistamist, suka-, kinda-, trikootööstust, kardina, pitsi, tülli ja paelte valmistamist, tekstiiltoodete mitmesugust viimistlemist, nagu riidevärvimist, -trükkimist, -pleegitamist, -apreteerimist jne.

Ükski inimkonna heaolu teenindavatest tööstusharudest ei ole nii võrratult suurt mõju avaldanud kultuuri arenemisele, kui moodne tekstiiltööstus. Eriti suuri edusamme on teinud riidevalmistamiskunst viimaste aastakümnete jooksul, tänu moodsa tehnika ja keemia jõudsale arengule.

Tekstiilkaupade tootmisviisid muutuvad aastast aastasse ikka täiuslikumaks; nii toodetakse praegu välimuselt, värvuselt ja omadusilt väga erinevaid riidesorte, lõngu ja kangaid, mis võivad olla siledad või karvased, läikega või ilma, pehmed või karmid, veekindlad ja vett-tõrjuvad jne.

Vaatamata neile iseärasustele, oleneb aga iga riidesordi kasutamise otstarve ja kvaliteet peamiselt kahest põhitegurist, s. o. — toorainest ja töötlemisviisist.

Seepärast vaatleme siinkohal tekstiiltööstuse tähtsamaid tooraineid ja nende omadusi.

2. Tekstiiltööstuse tähtsamad toorained.

Tekstiiltööstuses nimetatakse kõiki toormaterjalina tarvitatavaid kiukujulisi moendeid (modifikatsioone) kiududeks. Nende nõutavad üldomadused on teatav tugevus, peenus, elastsus, painduvus, pikkus jms. Taimekiude saadakse seemneilt (puuvill, kapok), vartest (lina, kanep, džuut, nõges, ramjee), lehtedest (manilla, uusmeremaa lina) ja viljast (kookoskiud). Peale mainitud kiudainete kasutatakse veel puitu, turvast, õlgi, kautšukit ja teisi taimekiude.

Loomsetest kiududest on tähtsamad looduslik siid ja vill. Tehiskiududest eriti suur menu on praegusel ajal kunstsiidil ja neuloonil. Mineraalkiudude osatähtsus tekstiiltööstuse üldtoodangus on suhteliselt väike, kuna asbestist, metallist või klaasist toodetud lõngu tarvitatakse vaid eriotstarbeks.

a) Puuvill.

Puuvillal toormaterjalina on tekstiiltööstuses hulgalt esimene koht. Puuvillataime kodumaaks peetakse Indiat, kus teda on kasvatatud juba igivanadel aegadel; ka Hiinas kasvatati puuvillapuud juba mitusada aastat enne meie ajaarvestust.

Kuni 18. sajandini tarvitati puuvilla võrdlemisi vähe, tema lühikese kiu tõttu võrreldes villa ja linaga, ning alles 18. sajandi lõpul, vastavate masinate leiutamisega, algas laiaulatuslik puuvilla ümbertöötamine ja praegu tarvitatakse puuvillriiet kõikjal üle maailma.

Puuvillataim on ühe- või mitmeaastane sooja maa taim. Teda kasvatatakse vöötmeis, kus keskmine aastasoojus on 20—30° C; kasvamisel ta nõuab ka rohkesti niiskust.

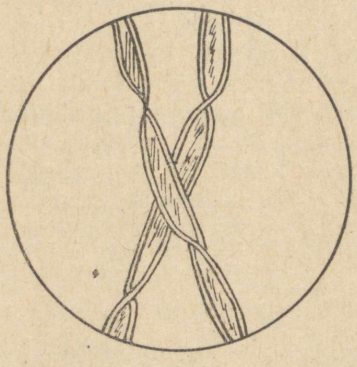
Puuvill kujutab endast kiude, mis katavad puuvillataime seemneid.

Puuvilla lõplikul valmimisel tema karbikujuline vili, milles asetsevad seemned, avaneb ja puuvillakiud tulevad nähtavale.

Puuvilla eraldamine seemnetest toimub erilistel puhastusmasinatel. Pärast seemneist puhastamist pressitakse puuvill kokku, pakitakse ja saadetakse ketrusvabrikusse.

Puuvilla kõrvalsaadusena toodetakse tema seemnetest õli: 400 kg seemneist saadakse ca 55 kg õli. Õli tarvitatakse toiduks, valgustamiseks, määrdeks jne. Seemnete jäänuseid kasutatakse loomatoiduks (valmistatakse nn. õlikooke), väetusaineks ja kütteks.

Puuvilla kiu peamiseks koostisaineks on tselluloos (91—98%). Tselluloosil on kõrged füüsikalised ja keemilised omadused: ta peab hästi vastu vee ja auru mõjule, ei muutu kuumenedes, ei lagune seebiga või leelisega töötlemisel, ainult kanged mineraalhapped (väävelhape, soolhape jne.) purustavad puuvilla.



Joon. 48. Puuvillkiud (mikroskoobi all).

Värvuselt on puuvill valge, kollane või pruun. Üksikud puuvillakiud kujutavad endast peenikest ca 20 mikrooni (mikroon = 0,001 mm) jämedat linditaolist spiraaltorukest. Selle ehituse tõttu ühinevad kiud hästi ketramisel, kusjuures suur tähtsus on kiu keskmisel pikkusel. Peenikest lõnga saab valmistada ainult pikakiulisest puuvillast.

Puuvillast valmistatakse niiti, lõnga, kleidi- ja pesuriiet, trikookaupa, pitse, eesriideid, merseriseeritud siidi jne. Puuvilla jäänustest saadakse vatti tekkideks, patjadeks, haavavatiks jne.

Puuvilla sorte on väga palju ja neid nimetatakse tootmismaa järgi, näit. USA, India, Hiina, Nõukogude Liidu, Egiptuse, Brasiilia jne.

Mitmesuguseid puuvillasorte klassifitseeritakse veel omakorda kiu omaduste, pikkuse, värvuse, elastsuse, pehmuse ja teiste tunnuste järgi.

NSV Liidus kasvatatakse puuvilla lõunapoolsetes vabariikides: Kesk-Aasia vabariikides, Taga-Kaukaasias ja mõnedes Ukraina ja Krimmi rajoonides, Põhja-Kaukaasias, Volga alamjooksul ja mujal.

Kodanliku Eesti ajal olenes meie puuvilla töötlev tööstus täiesti välismaisest toorainest, mida imporditi peamiselt USA-st ja Egiptusest; nüüd toimub meie tekstiilkäitiste varustamine kodumaise puuvillaga, mida saadakse teistelt vennasvabariikidelt.

b) Lina.

Lina on vanimaid kultuurtaimi, mille kiude osati kasutada juba igivanadel aegadel. Egiptuse haudleiud tõendavad, et juba 4000 aastat e. m. a. linaharimine ja kiudude kasutamise oskus seisis kõrgel järjel.

Lina on ühe- või mitmeaastane rohttaim, mida kasvatatakse peamiselt paras- ja külmvöötmes kuni 65° põhjalaiuseni.

Lina kujutab endast kiude, mida saadakse lina varre kiudainelisest osast. Eristatakse kiulina ja seemnelina. Kiulinal on pikk vars (ca 80—100 sm) ja teda kasvatatakse peamiselt kiu saamiseks. Hea kiusaak eeldab niisket ilmastikku ja kerget savikasliivast maad.

Põhjapoolsemais ja mereäärseis mais kasvava lina kiud on peenemad ja paremad. Soojades maades annab lina rohkem seemet, aga halvemat kiudu. Seemnelina kiud on palju madalama väärtusega kui kiulina kiud ja sellepärast teda peaaegu ei kasutata kiutootmiseks, vaid linaseemneõli saamiseks. Õlivabrikus seemnetest pressitud linaseemneõli tarvitatakse värnitsa, laki, linoleumi ja klaasikiti valmistamiseks. Õli tootmise jäätmetest valmistatakse nn. õlikooke (linaseemnekoogid), mis on heaks jõutoiduks piimakarjale.

Nõukogude Liidus kasvatatakse lina peaaegu igal pool, kusjuures kasvatatava lina hulga poolest on NSV Liit esimene riik maailmas.

Eesti NSV-s on linakasvatuse kohaks eeskätt Lõuna-Eesti, sest Põhja-Eesti õhukesed paepealsed, sagedasti lubjarikkad mullakihid pole linakasvatuseks soodsad.

Meil kasvatatav lina kuulub pikakiuliste liiki, kuid on vähe jämedavõitu. Lina annab toormaterjali meie linavabrikutele nii kiudude kui ka seemnete ümbertöötamiseks.

Lina on meie põhiliseks tehniliseks kultuuriks, mida on Eestis viljeldud juba ammust ajast. 1905. a. moodustas lina külvipind 48 000 ha. Kodanlikul ajal algas Eestis lina külvipinna katastroofiline langus, näit. 1937. a. kuni 1940. aastani kõikus lina külvipind ca 28 000—25 000 ha vahel. Sellega seoses vähenes ka lina saak ha-lt 3,72 tsentnerilt 1905. a. 2,79 tsentnerile 1940. a. ja 1,9 tsentnerini 1944. a. Sellise meie linakasvatamise languse peapõhjuseks kodanlikus Eestis oli lina hindade kõikumine maailmaturul, millest kodanlik Eesti oli täiesti sõltuv. Talupoeg ei pidanud enam lina tulutoovaks kultuuriks. Linale anti vähe mineraalväetisi, küliti kõlbmatule maale jne.

Meie praeguseks ülesandeks on rakendada kõik abinõud, et aastast aastasse laiendada lina külvipinda, tõsta linasaaki hektaarilt ja taastada linatööstuse tehniline baas. 1946. a. linakülviplaan oli määratud 12 000 ha-le ja keskmine saak ha-lt 2,7 tsentnerile. Kogu lina külvipind tagatakse mineraalväetistega. Kõige kiiremas korras on ette nähtud taastada kõik vabariigis olemasolevad linavabrikud.

Lina kasvuaeg kestab meie kliimas keskmiselt 12 nädalat. Linapõllu koristamine toimub tavaliselt augusti lõpus. Taim kitkutakse käsitsi kõigi juurtega maast välja ja köidetakse peodesse. Linapeod pannakse seejärel kohe hakkidesse, hiljem eraldatakse linavartelt kuprad, millist operatsiooni nimetatakse raapsimiseks. Raapsimiseks kasutatakse nn. linaraapsi, mis kujutab enesest pussnoataoliste raudpiidega kammi. Kuprade eraldamiseks tõmmatakse lina mitu korda terade vahelt läbi. Raapsimise järel viiakse linad kohe likku. Leotamine on vajalik selleks, et eraldada linakiu kimbud, mis on varres rakkudevahelise nn. pektiinainega (kleepaine) isekeskis ja muude varreosadega seotud.

Lina leotamisviise on mitu:

a) vees leotamine (leotatud lina); selleks tarvitatakse turbaauke, tiike, jõgesid jne.; leotamisel peab vesi olema puhas ja pehme, ei tohi sisaldada lupja, kuna lubjasisaldus teeb lina kõvaks. Lina leosoleku normaalseks t°-ks peetakse 12—17° C; leotamine kestab tavaliselt 1—3 nädalat, olenedes vee temperatuurist;
b) kasteleotus — lina laotatakse heinamaale (laotatud lina);
c) vabrikulina; kuna lina vees leotamise tingimused on väga erinevad, lina kauaaegne vettimine aga rikub kiudu, sellepärast kaasajal linaleotamist toimetatakse toorlina-vabrikutes. Vabriku seadeldised võimaldavad kuuma auru või keemilisel teel sooritada mõne tunniga ja palju püsivamate tulemustega nädalaid kestva leotamisprotsessi.

Kiudude eraldamiseks vartest kolgitakse (lõugutatakse) või masindatakse kuivatatud linavarsi ja linaluude kõrvaldamiseks kiudude küljest ropsitakse kas käsitsi nn. ropsimõõgaga või ropsimismasinal. Pärast ropsimist läheb lina harjamisele ehk sugemisele. Harjamist toimetatakse korduvalt, tarvitades igal järgneval korral ikka tihedamat harja.

Harjamise (sugemise) tulemusena saadakse pikka soetud lina, lühikest ja sasist lina ning takku.

Linakiu rakk on mitmekandiline, pikk, värtnakujuline, paksude seintega ja peene sisemise õõnsusega.

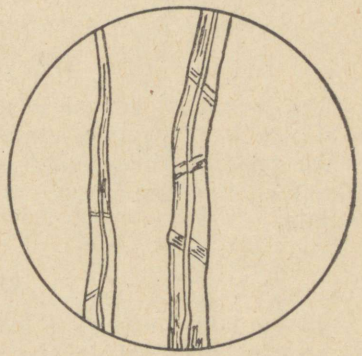
Linakiu pikkus oleneb varre pikkusest ning ulatub tavaliselt 60—80 sm.

Keemiliselt sisaldab kiud 65—70% tselluloosi, 20—25% pektiinaineid, 1—4% tuhka ja 1—2% linavaha. Lina värvus oleneb pektiinainest ning varieerub tavaliselt kahvatu-kollasest terashallini. Lina pleegitamist toimetatakse kas päikese käes või keemiliselt leeliste abil, mis pektiinainet sulatavad.

Füüsikaliste ja keemiliste omaduste poolest on lina üldiselt võrdne puuvillaga.

Iseloomustava linakiu omadusena esineb tema suur vastupidavus venitamisel, elastsus aga ja seega kulumisvastupidavus on linal nõrgem võrreldes puuvillaga. Lina on puuvillast parem soojusejuht, sellepärast linane riie kehakattena pole nii soe kui puuvillane.

Linast valmistatakse nii pleekimata, poolpleegitatud kui ka pleegitatud lõnga, riiet, pitse, purje- ja koormariideid jne.



Joon. 49. Linakiud (mikroskoobi all).

c) Kanep.

Tähtsaim kiutaim lina kõrval on kanep. Kanep kasvab kõikjal kus linagi, kuid eelistab siiski soojemat kliimat ning nõuab sügavat ja hästiväetatud maad. Kanepi kasvuaeg on märksa pikem kui linal.

Kanepikiu tootmine toimub üldjoontes samuti nagu linakiu tootmine, tavaliselt aga kõiki neid toiminguid ei sooritata kanepi juures nii hoolikalt, kuna kanepi kiud on karedamad ja karmimad võrreldes linakiududega ning ei evi sellist väärtust.

Kanepi seemnetest valmistatakse nn. kanepiseemne-õli, mis leiab tarvitamist toiduna, rohelise seebi valmistamisel, põletusõliks ja kodulindude söödana. Hea kanepikiud on värvuselt valge või hall. Kanep on linast raskemini pleegitatav. Kanep on väga vastupidav kõdunemisele, seepärast valmistatakse temast purjeriideid, köisi, kotiriiet. Peenematest sortidest valmistatakse köögirätte ja muid esemeid. Kanepiniiti tarvitatakse raamatute köitmiseks ja nahatööstuses.

Kanepi toodangu suuruse seisukohalt esikohal on NSVL, kes toodab aga peamiselt jämedakiulist toormaterjali.

Kodanlikus Eestis kanepikasvatusel tööstuslikku tähtsust ei olnud, teda on isegi sisse veetud eksporditava lina arvel (1934. a. 500 t!)

Meie tehniliste kultuuride aretamisel on kanepil lina kõrval tähtis koht. Viisaastaku järjekordseks ülesandeks on arendada kanepikasvatus meie siseturu nõuete täieliku rahuldamiseni.

d) Teised varrekiud.

Lina ja kanepi kõrval teistest varrekiududest evivad veel tööstuslikku tähtsust ramjee, manilla-kanep, agaavi-lina jt., mida kasutatakse pakkimisriide valmistamiseks ja tehnilisteks otstarveteks; tekstiiltööstuses otse kande- ja tarbeesemete valmistamiseks neid ei kasutata.

e) Vill.

Vill on puuvilla kõrval tekstiiltööstuses kasutatavaim kiudaine. Vill kujutab enesest kiulist materjali, mis katab suurema hulga imetajate nahka (lambad, kitsed, põdrad, kaamelid, küülikud, jänesed jne.). Suurema leviku osaliseks on saanud lambavill.

Kaasajal on lammas tululoomana levinud kõigis mais üle maailma. Lambakasvatuses on esikohal Austraalia, tema kõrval on veel tähtsad Argentiina, Nõukogude Liit, USA, Inglismaa jt.

Vill, mida saadakse mitut tõugu ja mitmesuguses vanuses lammastelt, erineb tunduvalt oma omadustelt — pikkuselt, peenuselt, värvuselt, läikelt, ühtluselt jne. Nimetatud villa omadused olenevad lamba tõust, kliimast, toitumisest, vanadusest jne., kuid liigitamise lihtsustamiseks jagatakse vill kolme suurde rühma — karmiks, poolkarmiks ja pehmeks.

Karmi villa annavad nn. kareda villaga lambad (vene, mongoli, buhhaara ja mõned teised lamba tõud). See vill on iseloomulik oma ebaühtluse poolest, kuna temas on karme, poolkarme ja pehmeid kiude mitmesuguses pikkuses. Karmi villa kasutatakse üldiselt karedate riiete valmistamiseks, vildiks ja viltjalatsiteks.

Peent villa saadakse peene villaga lammastelt. Neid on väga mitut liiki, näit. nn. kodulammas, inglise ševiotilammas, hispaania meriino- (hulkuja) lammas jne. Meriinolammaste villa loetakse maailma parimaks; eriti Austraalia meriinolammaste vill võistleb oma puhtuselt ja headuselt edukalt kõigis teistes maades toodeta-

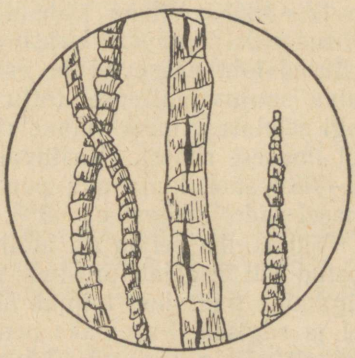
vate villa sortidega. See asjaolu on seletatav sellega, et Austraalia kliima on meriinolammaste arenemistingimuseks eriti soodus.

Peent villa kasutatakse, olenevalt kiu peenusest, pehmusest, pikkusest, painduvusest jne., kalevite, drappide, meeste- ja naisterõivaste valmistamiseks.

Poolkarmi villa saadakse segatõugu lammastelt, kes on siginenud karedavillaliste lammaste paaritamisest peenvillaliste oinastega. Nende vill on parem karmivillaliste lammaste villast ning temast toodetakse sama liiki riiet nagu peenvillastki, kuid enam karme ja jämedaid. Õhemate ja peenemate kangaste valmistamiseks kasutatakse segatõugu tallede villa.

Villaste riiete tootmiseks kasutatakse peale lambavilla veel kaameli, kitse ja teiste loomade karvu, kui ka seda villa, mis nahavabrikutes maha kaabitakse pargitavatelt lambanahkadelt.

Villa kiu ehitusel on oma iseloomulikud omadused. Mikroskoobi all näeme villakiudu silindrikujulisena (vt. joonis 50), kusjuures kiu pind on kaetud peenimate kestakestega. Nende kestakeste kuju ja suurus on karmil ja peenel villal erisugune. Kestakeste kiht kaitseb kiudu mitmesuguste mõjude eest ja tal on suur tähtsus villa vildiksmuutmisel. Karmi villa tunnuseks mikroskoobi all on kiu keskel olev õõnsus, mis võib olla katkeline või ühtlane.



Joon. 50. Villakiud (mikroskoobi all).

Loomakiudaines tselluloos puudub, ta koosneb keratiinist, s. o. valgutaolisest sarvkoest ja sisaldab C, O, N, H ja vähe väävlit. Põledes eritab vill kärsahaisu, mida tekitavad lämmastik ja väävel. Aluselised ained mõjuvad villale hävitavalt. Happeil, ka kõige kangemail, seda omadust nii suurel määral pole, kuid nende kestval mõjutusel hakkab vill avaldama lagunemise tunnuseid.

Lamba seljas üksikud villakiud on ühendatud rasvase higiga kimbukesteks, mis omakorda liitudes moodustavad nn. säugud. Säugud ühinedes isekeskis moodustavad aga villakasuka ehk nn. lambavillaku.

Värvuselt võib lambavill olla valge, punakaspruun, hall ja must. Hinnatavaim on valge vill, mis laseb end värvida kõigisse tooni-

desse. Vill on elastseim kiudaine. Hea peene villa elastsus on 30—40%. Elastsusega on seletatav kortsude kadumine rippuvast villasest riidest.

Vees, eriti kuumas, villakiud paisuvad, muutuvad plastiliseks, painduvaks, kergesti venivaks, kuid pärast kuivamist säilitab villane riie märjalt omandatud kuju. Sellel villakiu omadusel põhjenevad mitmed villase riide töötlemisviisid, nagu dekateerimine, triikimine, pressimine jne.

Villa üks olulisi headuse tunnuseid on pehmus. Mida õrnem ja pehmem on vill, seda hinnatavamaks teda peetakse. Vill on hügroskoopiline, ta võib endasse koguda kuni 40% vett ja ei tundu seejuures veel märjana. Loomulik niiskusesisaldus kalevivillal on ca 17—18%. Villase riide tähtsamaks omaduseks on aga tema urbsus ehk poorsus. Urbsusel on see tähtsus, et naha gaasilised eritused läbi pääsevad ja urbeis peituv õhk kinni jääb, mis oma halva soojusejuhtivuse tõttu tõkestab keha jahenemist. Sellega ongi seletatav, miks villane riie on külmal ajal soojem puuvillasest või linasest riidest. Vastavalt kõigub villatoodete õhusisalduse % 92—98 vahel, kuna aga puuvillriide õhusisaldus on ca 52% ja linasel riidel kõigest ca 49%.

Vill lamba seljas on alati täis mustust. Isegi enne pügamist pestud vill sisaldab mustust ja higi kuni 30% kaalust. Lammaste pügamine (niitmine) toimub üks kuni kaks korda aastas, s. o. kevadel ja sügisel. Paremaks peetakse kevadise pügamise villa. Ühelt lambalt võib saada 1,5—7,5 kg villa aastas, olenevalt lamba tõust.

Villa ketruseks ettevalmistamisel on üks olulisemaid töid villa pesemine. Kuna villa kodune pesemine mõjub tihti villa omadustele kahjustavalt, siis viimasel ajal vabrikud eelistavad toimetada villa pesemist ise. Vabrikuis vill enne pesemist sorditakse. Pesemine toimub erilistes masinates, mille järel villa uhutakse puhta veega ja kuivatatakse. Parimaks villa pesemise vahendiks on 40—60° C soe, vähe soodat sisaldav seebivesi. Villapesemise kõrvalproduktina saadakse villapesuvee keemilisel töötlemisel nn. lanoliini (rasvainet), mida tarvitatakse kosmeetikas mitmesuguste kreemide, salvide, määrete jne. valmistamiseks ja ravivahendina, kuna lanoliinil on omadus kergesti imbuda nahasse ja pehmendada seda.

Villapesemisele järgneb tema kuivatamine, mida toimetatakse erilises sooja õhuga ruumis, kus t° ei tohi tõusta üle 40° C, kuna kõrgem palavus rikub villa.

Müügile läheb vill kokkupressitult pallidena. Pallidesse pakitud vill peab olema kuiv, sest rõskes villas tekib rasvainete lagunemine, vill muutub värvuselt kollaseks ja kaotab oma vastupidavuse.

Euroopa lambapidamismaadest esikohal on Nõukogude Liit. ENSV-s aga lambapidamine väga suurt tähtsust ei oma, sest et kodanlikus Eestis meie võrdlemisi hästi väljakujunenud tekstiiltööstust varustati välismaise villaga, mis osutus meie lambakasvatuse tagasimineku põhjuseks. Nii näit. 1922. a. oli Eestis ca 750 tuh. lammast, 1938. a. aga 650 tuh. Lammaste arvu vähenemine oli tingitud veel välisturgude nõuetest, ning kuna meie tekstiilvabrikuid varustati tol ajal osalt Austraalia villaga, siis osutus lambakasvatamine võrreldes põllumajanduse teiste tootmisharudega talundusele võrdlemisi ebatulukaks.

Saksa fašistliku okupatsiooni mõju meie lambakasvatusele on olnud lagastav. Võrreldes ennesõjaaegse olukorraga meil on säilinud vaid 23% lammaste arvust. Sellepärast on käesoleva viisaastaku ülesandeks karjakasvatuse alal tõsta 1950. a. muuseas ka lammaste ja kitsede arvu 366 tuhandele, millega taastatakse ca 60% sõjaeelsest lammaste arvust.

f) Siid.

Siid on kõige parem kiudaine oma loomuliku peenuse, kõvaduse, vastupidavuse, läike jne. poolest. Võrreldes teiste kiudainetega on looduslikul siidil nende hulgas sama väärtus, nagu kullal metallide hulgas.

Siidi eritab mooruspuu lehtedest toituv siidiliblika röövik, nn. siidik. Siidi algkoduks on Hiina. Kaasajal kasvatatakse siidikut kõikjal, kus seda lubavad klimaatilised olud ja kus kasvab mooruspuu, eeskätt Hiinas, Jaapanis, Indias, Nõukogude Liidu lõunaosas (Kaukaasias, Turkmeeni ANSV-s jne.), Prantsusmaal, Vahemere kallastel jne.

Siidikud arenevad siidiliblika munadest. Siidiliblikas on kollakas, kolme triibuga üle tiibade. Liblikas muneb 200—300 muna ja 10—15 päeva pärast sureb. Siidiliblika munad on väikesed mooniseemnetega sarnlevad terakesed. Munade ettevalmistamiseks siidiku koorimiseks niisutatakse neid 12° C sooja veega ja mõjutatakse tõusva temperatuuriga. Siidikute kasvatamist teostatakse ca 24—30 päeva kestel erilistel mooruspuulehtedega kaetud kasvulavadel. Umbes seitsmendal päeval on siidik niivõrd arenenud, et suudab kooruda. Kasvuperioode siidiku elus on viis — iga ca 5—6 päeva järel algab uus elu. Üleminekuajal ühest periioodist teise jääb siidik letargilisse olekusse ega söö. Selles olekus ta nahkub. Peale viimast koorumist täiskasvanud siidik on vastkoo-

runust ca 9000 korda suurem, s. o. 9 sm pikk, väikesõrme-jämedune valge või tõmmukas-hall ja üksikute jahuvärvi laikudega.

Nädala möödumisel pärast viimast nahkumist siidik kaotab söögiisu ja hakkab kookonit kerima. Kookoni kerimine kestab 3—4 päeva, pärast seda muutub siidik kookoni sees nukuks.

Kookoni kerimisel siidik eritab kahest näärmest siidiollust, toorsiidi, mis koosneb kahest osast: 1) välisest liimollusest ehk seritsiinist ja 2) kahest seesmisest pärissiidi kiust ehk fibroiinist. Nii seritsiin kui ka fibroiin on lähedased albuminoiididele ja želatiinile, kuid erinevad keratiinist, kuna nad ei sisalda väävlit.

Seritsiin lahustub osaliselt soojas vees ja täielikult soojas seebilahuses.

Fibroiin ei lahustu aga kummaski. Välimuselt on fibroiin ilus, läikiv, seritsiin aga tuhm. Nendel fibroiini ja seritsiini omadusil põhinebki nn. keedetud siidi valmistamine. Keedetud siidil on seritsiin lahustunud — siidikiud on lahus, ühtlased ja läikivad, keetmata siidil on aga seritsiini tükid küljes, tema kiud on ebaühtlased, tuhmid.

Siidikuid on mitut tõugu, mispärast ka kookonid pole ühesugused ei vormilt, värvuselt, kaalult ega suuruselt. Harilik kookoni värvus on valge või kollane mitmes varjundis. Kookon on kuni 3 sm pikk ja koosneb ca 3000 m pikast niidist.

Kookonis nukuks muundunud siidik muutub 2—3 nädala pärast ca 20° C soojuses liblikaks. Kookonist väljapääsemiseks eritab liblikas oma kehast vedelikku, mis sulatab kookoni seinasse augu. Kuna aga siidiku kasvatamise otstarve on toorsiidi saamine, siis ei lasta nukku areneda liblikaks, kes kookonist väljapääsemiseks tekitab kookoni seina augu ja teeb seega kookoni lahtikerimise võimatuks. Sellepärast surmatakse valmiskookonid auruga või kuuma õhuga.

Haspeldamiseks valitud kookonid leotatakse seritsiinikihi lahustamiseks 60—70° C kuumas vees. Kookoni pealmine siidikiht kõrvaldatakse ja selle alt otsitakse korrapärase, haspeldatava siidikihi vaba niidi ots.

Sääraselt ettevalmistatud kookonid asetatakse 4—20 kaupa väiksemasse kuuma veega täidetud anumasse, kookonite otsad aga juhitakse ühteaegu anuma kohal kinnitatud klaasaasast läbi, viiakse üle ploki, kinnitatakse hasplitiiva külge ja hakatakse haspeldama kui üht mitmekordset niiti. Seda tehakse seepärast, et ühe kookoni niit on väga peen ega ole küllalt vastupidav katkemisele.

Haspeldatud siidi headus oleneb peale ta enese loomulikkude omaduste veel lahtiharutaja oskusest ja mehaanilistest abinõudest.

Haspeldatud, seritsiinist vabastatud nn. keedetud siid omab pehmust ja läiget, teda aetakse kergelt keerdu, keritakse ja pakitakse. Siid on väga hügroskoopiline. Siidi normaalne veesisaldus on 9—18%, kuid ka 30% veesisalduse korral ta ei tundu veel märjana. Siidi kiud peab hästi vastu külmale ja soojale veele, nõrkadele hapetele, kuid nagu villgi on väga tundlik leeliste mõjule. Siid on mitu korda tugevam teistest kiudainetest: linasega võrdse jämeduse korral nõuab siidiniit katkestamiseks kolm korda tugevamat jõudu, kanepist on ta kaks korda tugevam. Siid värvub hästi, ta on ka parimaid soojuse- ja elektri-isolaatoreid. Kõdunemisele on siid eriti vastupidav, õhku, valgust ta ei karda, kuid ei kannata kuumust.

Siidi sorte on palju, liigitades teda päritolu järgi. Siidi saadakse ka loomulikes tingimustes elavatelt siidikuilt. Seda siidi nimetatakse metsikuks ehk tussa-siidiks. Tussa läige pole nii mõjuv kui kultuursiidil, värvuselt ta on helepruun. Oma odavuse tõttu tussa leiab laialdast kasutamist, kuid peamiselt ainult Indias ja Jaapanis.

g) Tehiskiud.

Kuni viimase ajani kuulus tehiskiudude hulka peamiselt ainult tehis- ehk kunstsiid. Viimase kümne aasta kestel on aga seda liiki kiudude hulk tunduvalt kasvanud kaseiinkiu, neulooni ja teiste tehiskiudude arvel.

Kunstliku kiu tootmine on kasvanud äärmiselt suureks, märksa ületades loomuliku siidi valmistamise.

Tehis- ehk kunstsiid.

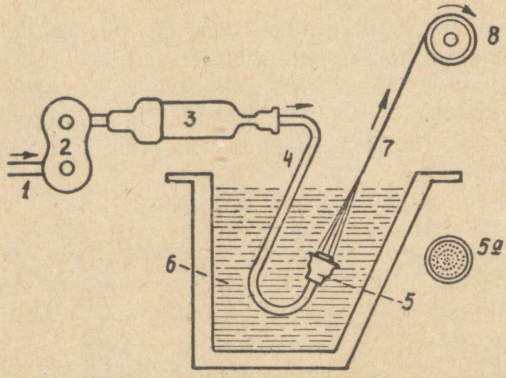
Juba ammu katsetati kallihinnalisele siidile leida aseainet. Paljude maade teadlased ja uurijad rakendusid tööle. Otsiti siidile analoogilisi keemilisi ühendeid, uuriti fibroiini koosseisu. Lõpuks leiti, et siidjate kiudude põhiaineks sobib kõige paremini tselluloos, mida loodus pakub puidu, õle ja eriti puhtal kujul puuvilla näol lõpmatus külluses. Seega on tehissiid kiuline materjal, mida saadakse tselluloosist.

Kunstsiidi valmistamise ideele esimesena tuli R. Huko, kirjutades sellest oma teoses «Mikrograafia» a. 1667. Vähe hiljem prantsuse füüsik Réaumur a. 1734 propageeris ja katsetas kunstsiidi valmistamisega, kuid alles üle saja aasta hiljem, s. o. 1884. a. leiutas prantsuse teadlane H. du Chardonnet tehissiidi valmistamise menetluse taimetselluloosist. Hiljem, 1900. a. peale leiutati veel teisi tehissiidi valmistamise viise.

Valmistusviisilt jaguneb tehissiid kaasajal nitraat-, vase-, ammoniaak-, viskoos- ja atsetaatsiidiks.

Kõikidel tehissiidi valmistamisviisidel on kolm järku: 1) kiudaine lahuse valmistamine, 2) kiudude, s. o. niitide valmistamine, pressides kiudaine lahuse läbi kapillaartorude ehk nn. filjeeride, ja saadud vedela kiu tarretamine, 3) järeltööd — saadud niitide neutraliseerimine, pesemine, haspeldamine jne.

Kunstsiidiks kõlblik lahus peab olema sitke, kiuks muudetav. Kiu saamiseks surutakse saadud lahus tavaliselt läbi filjeeride kogu, kusjuures niitide arv oleneb filjeerides olevate aukude arvust. Saadud niidid muudetakse keemilisel teel jälle tselluloosiks, milleks



Joon. 51. Viskoossiidi ketrus: 1 — lahuse juurdevool rõhu all, 2 — lahuse reguleerimise pump, 3 — filter, 4 — klaastoru, 5 ja 5-a — filjeeripadrun ja selle põhi, 6 — lahus, 7 — kalgastunud lõng, 8 — lõngakerimise pool.

kasutatakse kas kuiva või märga menetlust. Nitraat- ja atsetaattselluloos võimaldavad kiu saamist kuival teel, vase- ja viskoossiid on aga märjalt toodetavad. Märjal menetlusel vedelad kiud lastakse leelise või happesoolade lahusesse, milles nad kangestuvad. Selliselt saadud valmislõnga korrutatakse tugevuse tõstmiseks ketrus- või erimasinal ning lõpuks haspeldatakse tokkideks, pleegitatakse, pestakse ja sorditakse.

Tugeva läike vähendamiseks on viimasel ajal hakatud tehissiidi matistama ehk tuhmistama, milleks siidi töödeldakse mõnede raskete metallhapenditega.

Tehissiidi hinnatakse kiudude peenuse, tugevuse, tasasuse, rikete puudumise jt. tunnuste järgi.

Odavaim ja tarvitatavaim tehissiididest on meie ajal viskoossiid. Umbes 90% kogu maailma tehissiidi toodangust on viskoossiid.

Viskoossiid.

Viskoossiidi valmistatakse sulfittselluloosist, seda vääveldisinikuga (CS_2) mõjutades. Selle tagajärjel tekkinud nn. ksantogenaattselluloosi mõjutatakse NaOH nõrga lahusega, mille tulemusena saadaksegi viskoostselluloos. Viskoostselluloosi pressitakse filterpressides ning lõpuks pressitakse ta suruõhuga torustiku kaudu kapillaartorudest läbi.

Viskoossiidi niitide tarretamist teostatakse märjalt, milleks viskoossiidi kiud juhitakse väävelhappe, selle soolade ja glükoosi lahusesse.

Viskoossiid on peen ja ilusa läikega, ta on tugevam kõigist teistest tehissiididest ja seepärast tekstiiltööstuses üks eelistatumaid.

Atsetaatsiid.

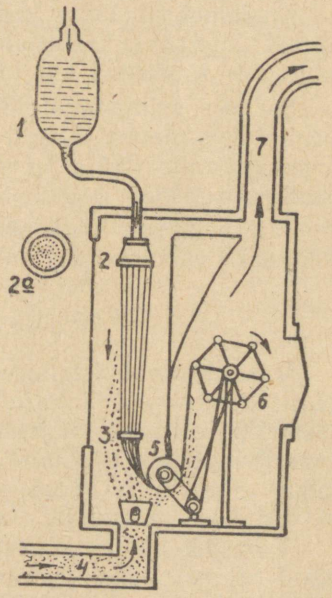
Viskoossiidi kõrval oma tähtuselt teisel kohal on atsetaatsiid. Teda valmistati esmakordselt Inglismaal 1910. aastal.

Atsetaatsiidi haspeldamisel lahusaineks on puittselluloos või puuvilla jäätmed, nn. linter. Lähteaine lahustamiseks tarvitatakse diatsetaate, mis lahustuvad atsetoonis (CH_3COCH_3).

Atsetaatsiidi kiudainete pressimine kapillaartorudes toimub kuivalt, kuna kiudaine lahustaja on kergesti lenduv.

Atsetaatsiidi haspeldamisel lahustaja (atsetoon) haihtub ja atsetaatsiidi kiud tarretuvad.

Omadustelt läheneb atsetaatsiid looduslikule siidile, märjalt ta on vastupidavam viskoossiidist. Atsetaatsiidi puuduseks on tema tundlikkus keeliste vastu; veega, soodaga jne. keetes muutub atsetaatsiid läiketuks tselluloosiks. Põledes tekitab atsetaatsiid teravat äädikhappe lõhna.



Joon. 52. Atsetaatsiidi ketrus: 1 — ketruslahus, 2 — filjeeripadrun ja selle põhi, 3 — rõngas väljasurutud lõngade jaoks, 4 — üleskerkiv soe õhk, 5 ja 6 — ühendatud lõnga haspeldamine, 7 — õhu äravool.

Nitraatsiid.

Nitraat- ehk kolloodiumsiid on vanim teistest tehissiididest; teda nimetatakse veel leiutaja nime või leiutamise koha järgi Chardonnet ehk pariisi siidiks. Kuni 1909. a. moodustas kolloodiumsiid ca 50% maailma kunstsiidi kogutoodangust, kuid 1929. a. see % langes ca 4-le. Selle põhjuseks oli odavamate tehissiidi valmistamisviiside leiutamine, nagu seda on viskoos- ja atsetaatsiidi valmistamine.

Nitraatsiidi valmistamiseks keedetakse puittselluloosi leelisega ning mõjutatakse seda kontsentreeritud H_2SO_4 ja HNO_3 lahusega. Tselluloos, reageerides lämmastikhappega, moodustab trinitraattselluloosi, mis on tulekardetav.

Saadud trinitraattselluloosi tsentrifugeeritakse, pestakse ning lahustatakse piirituse ja eetri segus, saades nn. kolloodiumi.

Kiudainet saadakse kas kuival või märjal menetlusel; viimasel korral juhitakse ketruslahus kapillaartorudest bensiini, hapetesse jms., mis soodustab kiu tarretust.

Selliselt valmistatud lõnga denitreeritakse, kuna muidu ta on väga tulekardetav. Denitreerimine seisab kiu töötlemises väävelhapu naatriumi (Na_2SO_4) või väävelhapu ammooniumi [$(NH_4)_2SO_4$] vesilahusega.

Nitraatsiid on väga puhas ja kunstsiididest kõige väärtuslikum, kuid selle valmistamine on kallis.

Vase- ehk pauli siid.

Vasesiidi valmistamise lähteainena kasutatakse tavaliselt kas puittselluloosi või linterit. Tselluloosi keedetakse NaOH lahuses, tsentrifugeeritakse, kuivatatakse ning lahustatakse Schweitzer'i reaktiivis (34,6 g $CuSO_4$ + 173 g Signette'i soola 60 g NaOH lahust ühes liitris vees). Saadud lahus filtritakse ning juhitakse ketruslahuse anumasse.

Vasesiidi lõnga valmistamine toimub märjal menetlusel. Vasesiidil on suur läige ja loodusliku siidi peenus. Kuid tema elastsus on väiksem kui kõigil teistel kunstsiididel.

Merseriseeritud puuvill ehk puuvillsiid.

Inglise keemik John Mercer pani 1844. a. tähele, et kontsentreeritud NaOH mõjul puuvilla kiud muutuvad läbipaistvaks, jämedamaks ja lühemaks (ca 20—25%), tugevus kasvab peaaegu 25%

ja puuvill omandab suure värvumisomaduse. NaOH mõjul puuvilla kiud, millel mikroskoobi all vaadates tavaliselt on lame korgivinnataoliselt keeratud kuju, paisuvad tugevasti, tõmbuvad ühtlasi kokku ja omandavad täiesti ümmarguse põikilõike. Kiu ümmargusest põikilõikest tingitud valgusrefleksid põhjustavadki riide läike.

Läike säilitamiseks ei tohi merseriseerimisel puuvill-lõnga kude lasta vabalt kokku tõmbuda, vaid seda reguleeritakse lõnga pingutamisega.

Tööstuslikult tarvitatakse merseriseerimisel 20—30% NaOH lahust, kuna lahjemad kontsentratsioonid ei põhjusta tselluloosis nõutavaid muudatusi. Merseriseerimise järel pestakse lõnga, resp. kude hoolikalt esmalt soojas ja hiljem külmas vees, kusjuures NaOH kaob ja vesi astub asemele.

Merseriseeritud puuvill on kõikidest tehissiididest tugevam ja parem, kuna ta kannatab veega ja seebiga pesemist; ka märjalt puuvillasiid ei paisu ega kaota oma vastupidavust nagu tehissiidid, mis on nende peamiseks puuduseks ning millega on seletatav tehissiidist valmistatud riide kortsuvus kandmisel.

Kunstlik hobusejõhv.

Kunstlikku hobusejõhvi saadakse tselluloosist samal viisil nagu tehissiidi kiudki. Vahe seisab ainult selles, et kunstjõhvi valmistamisel on filjeeri avaused suurema läbimõõduga, mille tõttu saadakse jäme, kare kiud, mis sarnleb hobuse jõhviga.

Kunstlikku jõhvi kasutatakse naiste peakatete valmistamisel.

Kunstlik õlekõrs.

Kunstlikke õlekõrsi valmistatakse samal viisil nagu kunstjõhve, selle vahega, et kõrs tehakse seest õõnes. Kunstlikke õlgi kasutatakse samuti peakatete valmistamiseks.

Neuloon.

Uutest tehiskiu liikidest pakub suurimat huvi neuloon, mida toodetakse P.-A. Ühendriikides.

Oma keemiliselt koostiselt läheneb neuloon kõige enam villale ja siidile. Mass, millest teda toodetakse, surutakse 260° C juures kapillaartorudest läbi, mille järel juga jahtub ja tarretub. Haspeldamist toimetatakse kiudude pingul olekus, millega saavutatakse nende suuremat tugevust.

Neuloonil on rida väärtuslikke omadusi. Neuloonist valmistatud kiud ületavad oma peenuselt kõik teised loomulikud või kunstlikud kiud.

Kõvaduselt, olgu kuivas või niiskes olekus, ületab neuloon kõik olemasolevad kiud. Neulooni kiud omab väga suurt painduvust, mistõttu neuloonist valmistatud riie kortsub vähe. Lahjad mineraalhapped ja leelised ei hävita neulooni ka keetes. Neuloon sulab 230—240° C juures.

Neulooni kasutatakse väga mitmekülgselt: loomuliku siidi aseainena rõiva- ja pesuriides, sukkade, tekkide, karedate kalevisortide ja eririiete ning tekstiilpudukaupade valmistamiseks.

Kaseiinkiud.

Selle kiu valmistamise tooraineks on kaseiin, mida saadakse piimatööstuse jäätmena.

Kiudude valmistamiseks lahustatakse kaseiin leelises, saadud sulatis filtritakse ning pressitakse läbi filjeeride hapusse sadestusvanni. Edasi paigutatakse kiud parkimisvanni, kus nad omandavad vajaliku tugevuse ja elastsuse. Kiududele suurema pehmuse andmiseks töödeldakse neid veel seebilahusega ning kuivatatakse. Selliselt valmistatud kaseiinkiud lõigatakse 8—12 sm pikkusteks niitideks, mida kasutatakse koos villaga ja puuvillaga riide valmistamisel. Kaseiinkiududest koos loomuliku villaga valmistatud kangad on pehmed, kortsuvad vähe ja peaaegu ei erine väliselt puhtvillasest riidest.

h) Mineraalkiud.

Mineraalkiudude tähtsus tekstiiltööstuses on märksa väiksem võrreldes taime- ja loomariigi ning tehiskiudainetega, kuna mineraalkiud ei vasta riietuse nõuetele, ka nende hulk on piiratud. Tarvitamist leiavad peamiselt asbest, klaas ja metall.

Asbest.

Asbest on kiulise ehitusega mineraal, keemiliselt kaltsiumi- või magneesiumisilikaat. Asbesti kristallid on kiudjad, painduvad ja siidiläikelised.

Asbest on tulekindel, vastupidav mõjutamisele kõige kangemate hapetega, omab soojuse- ja elektri-isolatsiooni võimet. Pikemakiulisest asbestist, segatult taimekiududega, kootakse riiet, millest taimekiud põletamisega kõrvaldatakse, nii et jääb järele puhas

asbestriie. Asbestist kuued, põlled, kindad jne. on tuletõrjujate, kõrgahjude juures töötajate jne. asendamatuks tööriideks. Asbestist valmistatakse tulekindlaid lavaeesriideid teatreis, tulekindlate kappide seinu jms.

Klaas.

Klaaslõnga valmistatakse sulaklaasist venitamise teel. Lõnga peenus oleneb töötamisviisist. Ühest kg klaasist saadakse kuni 5 miljonit meetrit klaaslõnga. Klaaslõnga kasutatakse vööde, nööride, klaaslillede jt. iluesemete valmistamiseks ja viimasel ajal ka kiulise elektri-isolatsiooni valmistamiseks.

Metall.

Metall-lõnga (traati) valmistatakse kullast, hõbedast, vasest jne. ja tarvitatakse ilustuslõngana tülli, pitside, tikanduste, ilupaelte, pagunite jms. valmistamisel kui ka ketruskaubana, kusjuures puuvillane, villane või siidlõng ümbritsetakse või korrutatakse metalllõngaga.

Odavad metallketrused kaotavad kaunis ruttu oma esialgse läike ning tuhmuvad.

Kunstsiidi levikuga on klaas- ja metallketruse osatähtsus tekstiiltööstuses märgatavalt langenud.

3. Tekstiiltoodete valmistamine.

Kangaste tootmine koosneb kolmest põhitoimingust: ketramisest, kudumisest ja viimistlemisest.

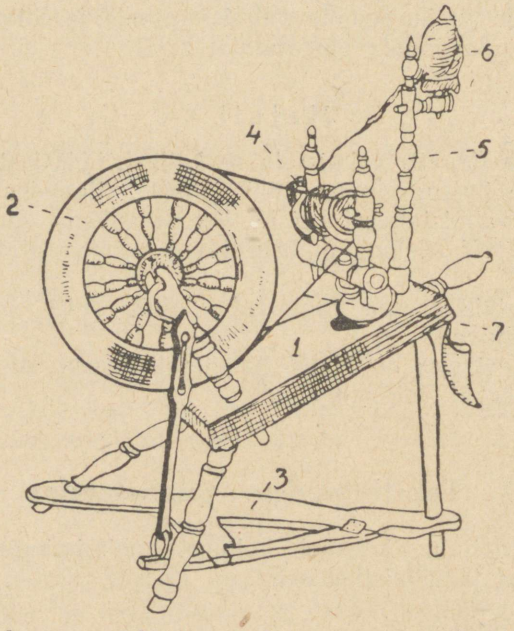
a) Ketramine.

Ketramine koosneb mitmesugustest mehaanilistest toimingutest, kusjuures üksikuid lühikesi kiudusid ühendatakse soovitavas pikkuses lõngaks, millele antakse vajalik jämedus. Ketruse algtooraineks võib olla puuvill, vill, lina ja teised kiud. Seega on lõng mehaanilise kokkukeeramise teel kiudainetest saadud ühekordne kedrus. Lõnga keerd võib olla kas vasemalt paremale või vastupidi. Mitut kokkukeeratud lõnga nimetatakse korrutatud lõngaks ehk niidiks ja seda mehaanilist toimingut ennast — korrutamiseks.

Ketramiseks kõlblik kiud peab olema tugev, elastne ja kare. Mida peenem, lühem ja siledam on kiud, seda halvem on teda

kedrata, peale selle nõuab ketramisprotsess, et kõik ketruseks määratud materjalid oleksid üksteisest maksimaalselt eraldatud ning vabastatud purust ja kõrvalistest ainetest.

Ketramisprotsessil on kolm peafaasi: 1) kiudude väljavenitamine ühejämeduseks lindiks — heideks, 2) saadud lindile keeru pealeajamine (enamasti paremale poole) ja 3) lõnga jämeduse (numbri) määramine. Ketramine võib toimuda kas käsitsi või masinate abil.

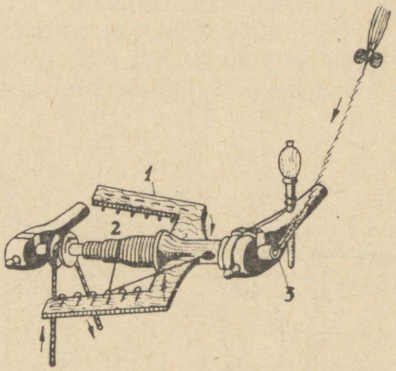


Joon. 53. Vokk: 1 — pink, 2 — vokiratas, 3 — tallam, 4 — tiibvärten, 5 — käsipuu, 6 — koonlalaud koonlaga, 7 — nöör.

Käsitsiketramisel tarvitatakse XVI sajandist peale vokki. Vokki tarvitati vanasti, siis kui ei olnud veel ketramismasinaid, kõigi kiudainete ketramiseks; tänapäevani leiab vokk kasutamist maal, kus pikil talveõhtuil tema abil kedratakse lina ja villa, kuid ketrusvabrikud oma kiire ja ühtlasema tööga põhjustavad koduketramisest loobumist.

1530. aastal Johann Jürgens'i poolt leiutatud vokil töötamise põhimõte on järgmine (vt. joonis 53).

Tallami sõtkumise abil käima pandud vokiratas (läbimõõt 30—50 sm) paneb nööri abil keerlema voki tiibvärtna (joon. 54) ja vabalt värtna varrele mahutatud pooli. Varrel on eespool õõnsus kahe teineteisele vastasoleva auguga. Kiud, mis on koonlalaua külge kinnitatud, venitatakse käsitsi välja ja läheb värtna varre õõnsuse kaudu tiivale, kus ta üle traathaakide minnes pooli külge kinnitatakse. Kui vokk käima hakkab, mähib värten tekkinud kedruse poolile ja ajab kiududele keeru, kuna ta kiiremini ringi käib kui pool.



Joon. 54. Voki tiibvärten: 1 — värtna tiib, 2 — pool, 3 — värtnavarre õõnsus.

Ketrusmasin tekib alles 18. sajandil, kui aastal 1738. L. Pauli konstrueeris ketrusmasina. Masinatel ketramine vabrikutes on oma printsiipidelt sarnane käsitsiketramisele, ainult üksikud faasid tootmisprotsessis nõuavad toorainete järkjärgulist ettevalmistamist (kiudude kohestamine, puhastamine, kraasimine jne.), millele järgneb keeru pealeajamine — esmalt eel- ja siis peenketrusega.

Kiudude ketruseks ettevalmistamine on väga mitmekesine ja oleneb sellest, missugust lõnga soovitakse saada ja missugune on kedratav kiudaine. Tingituna sellest iga kiudaine nõuab vastava ehitusega ketrusmasinat.

Kedruse saamiseks vajavad ketramist kõik tekstiiltoorained peale loodusliku siidi, mida ainult korrutatakse niidi tugevuse suurendamiseks. Samuti ei vaja ketramist tehiskiud, nagu klaaslõng, tehissiid jt.

Puuvilla ketramine.

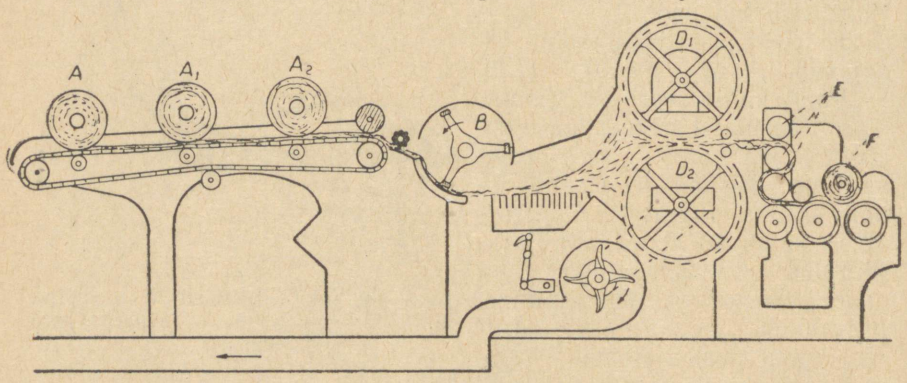
Puuvill saabub ketrusvabrikusse suurtes kokkupressitud pallides ehk kippides, mis sisaldavad veel mitmesuguseid kõrvalaineid, nagu kivikesi, liiva, tolmu, lehe- ja muid taimeosi. Pallides sisalduv puuvill peale kõrvalainete sisalduse erineb veel alati kiudude pikkuse kui ka jämeduse poolest.

Puuvillapallid on kõvasti kokku pressitud, sellepärast peab korraliku lõnga saamiseks puuvilla hästi kohestama ja puhastama kõrvalainetest.

Puuvilla kohestamine ehk lahendamine toimub nn. kohestus- ehk huntimismasinatega.

Kohestusmasin ehk hunt (joon. 55) koosneb kastist, kuhu horisontaalselt asetatud võlli külge on kinnitatud raamikujulised raudtiivad. Võll koos tiibadega keerleb 1000—1900 tiiru minutis. Kasti ees olevad masinaosad juhivad puuvilla järjest juurde, mida tiivalöögid täielikult kohestavad.

Kohestamisel tekkivat tolmu kõrvaldatakse ventilatsiooni abil tekitatud õhutõmbusega. Otse lööja all on restid, mille vahelt raskemad väärlisandid läbi kukuvad. Lõplikult tolmust ja muudest kõr-



Joon. 55. Kohestusmasin: A, A_1, A_2 — puuvillapallid, B — raudtiivad, D_1 ja D_2 — sõeltrumlid, E — rest, F — puuvilla lint.

valainetest vabastamiseks lastakse puuvill veel läbi kahe sõeltrumli. Trumlite vahelt väljatulekul juhitakse puuvill valtside vahele, kus tast moodustatakse ca meetrilaiune kiudude lint, mida kangile rullitakse.

Huntimisel annab toores puuvill, olenedes kõrvalainete rohkusest, 3—30% jäänuseid; siia kuulub ka lühikiuline puuvill, mis eraldatakse tolmust ja purust ja kasutatakse jämeda lõnga ketramiseks või vati valmistamiseks.

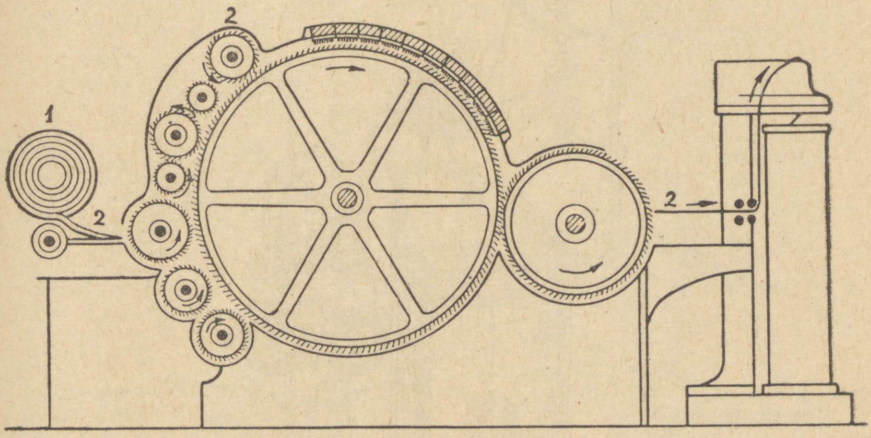
Lahendusmasinate alt väljatulevas puuvillas leidub aga veel mõningaid kleepuvaid kõrvalkehi (lehetükke jne.), ka kiud on temas veel korratult segamini.

Selleks, et puuvilla lõplikult puhastada ja kiud asetada võimalikult paralleelselt, tarvitatakse kraasimismasinaid, milles traathaakidega varustatud silindrilised pinnad vastaval viisil puuvillale mõjuvad (vt. joon. 56).

Esmalt lastakse puuvill läbi eelkraasija, kust tulev õhuke puuvilla lint läheb peakraasijasse, muudetakse seega ühtlaseks, mis siis tsükloidaalselt mahutatakse raudtoosidesse — salvedesse, kus toimub puuvilla segamine ja kuivatamine.

Jäänuseid saadakse kraasimisel 3—12% (lühikesed kiud), mida kasutatakse jämeda lõnga ketramiseks.

Kraasimismasinast tuleb puuvill välja peene, ebaühtlase jämedusega lindina ehk heietusena. Edasine puuvilla ketramine seisab kiudude rööbastikku-seadmises ja heietuse jämeduse ühtlustamises. Seda saavutatakse mitme lindi liitmise ja samal ajal väljavenita-



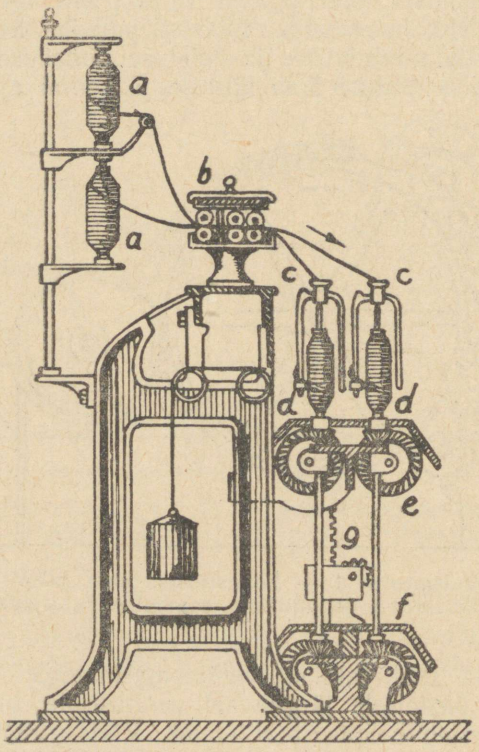
Joon. 56. Kraasimismasin: 1 — kohestusmasinast tulev puuvilla kangas, 2 — puuvilla lint, 3 — puuvilla segamise ja kuivatamise salv.

mise teel, mida toimetatakse venitusmasinatega. Venitusmasinas on mitu paari üksteisele järgnevaid venitusrulle, millest iga järgmine paar keerleb eelmisest rutemini. Väljavenitamise ajal kiud sirguvad ning ühinevad üheks lindiks. Lõpliku ühtlase lindi saamiseks lastakse kraasimismasinast tulnud lindid 3 kuni 4 korda venitus-, või nagu teda veel teisiti nimetatakse — lindimasinast — läbi.

Venitusrullide alt väljunud homogeniseeritud linti kasutatakse eelketruseks. Eelketruse ülesandeks on lindi peenendamine venitusrullidega ja selle vastupidavuse tugevdamine järkjärgulise nõrga keeru pealeajamisega.

Puuvilla eelketrus toimub tavalisesti kahel või enam masinal (eelketrajad — banca broches), ainult jämeda lõnga tootmiseks

piisab ühestki. Eelketrajal (vt. joon. 57) on venitusrullide (*b*) kõrval tähtsaim osa tiivaga värten ühes pooliga (*c*, *d*), mis nõrga keeruga eelkedrust värtnavarrele mähkides liigub üles ja alla. Värtna ja pooli paneb masin keerlema täiesti iseseisvalt. Kuna värtna ja pooli keerlemise vahe ei ole väga suur, siis eelkedrus ei katke, mis muidu kõva venitamist ei kannata.

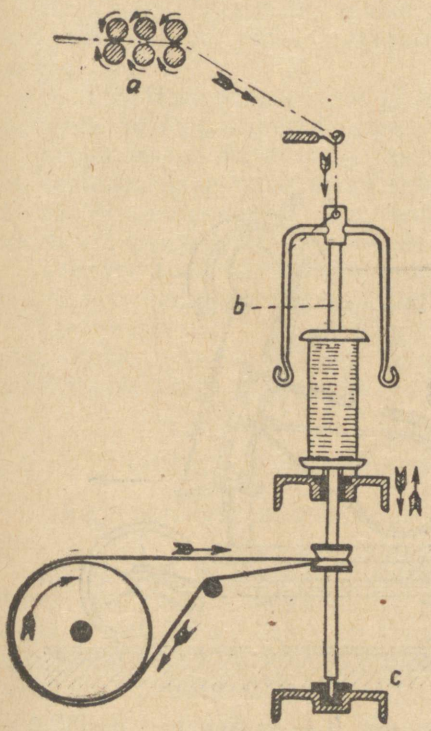


Joon. 57. Eelketraja: *a* — poolid, *b* — venitusrullid, *c* — tiibvärtnad, *d* — tiibvärtna poolid, *e* — pooliketraja, *f* — värtnakeeraja, *g* — poolikergitaja.

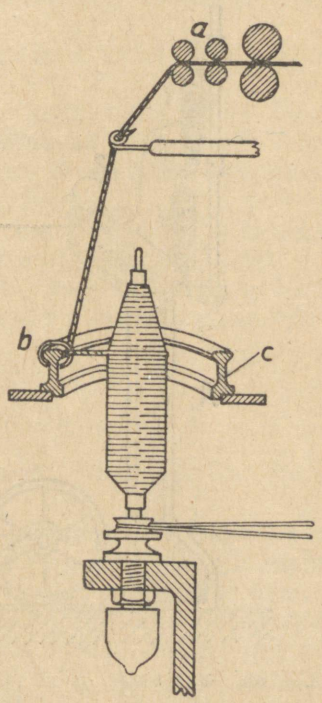
Enam või vähem peen eelkedrus saadakse aga järgneval venitamisel ja lõngale keeru pealeajamisel peenketrajatel, milleks on värtenvaater, rõngasvaater ja selfaktor.

V ä r t e n v a a t r i l e (vt. joon. 58) mahutatakse viimase eelketraja alt tulevad poolid. Kolm paari venitusrulle (*a*) peenendavad eelketruse, millele tiivaga värten keeru peale ajab: masina kum-

malgi küljel asub ridastikku kuni 150 värtnat. Terasest värtnatiivad on palju kergemad kui eelketrajal ja neis puudub õõnsus lõnga jaoks. Värtnavars (*b*) läheb poolist läbi, mis vabalt peale mahub; seejuures poolid asetatakse alusele (*c*), millest kõik värtna varred läbi lähevad. Masin paneb pöörlema ainult värtnad (kiiru-



Joon. 58. Värtenvaater: *a* — venitusrullid, *b* — värtnavars, *c* — värtnavarre alus.



Joon. 59. Rõngasvaater: *a* — venitusrullid, *b* — klamber, *c* — rõngas.

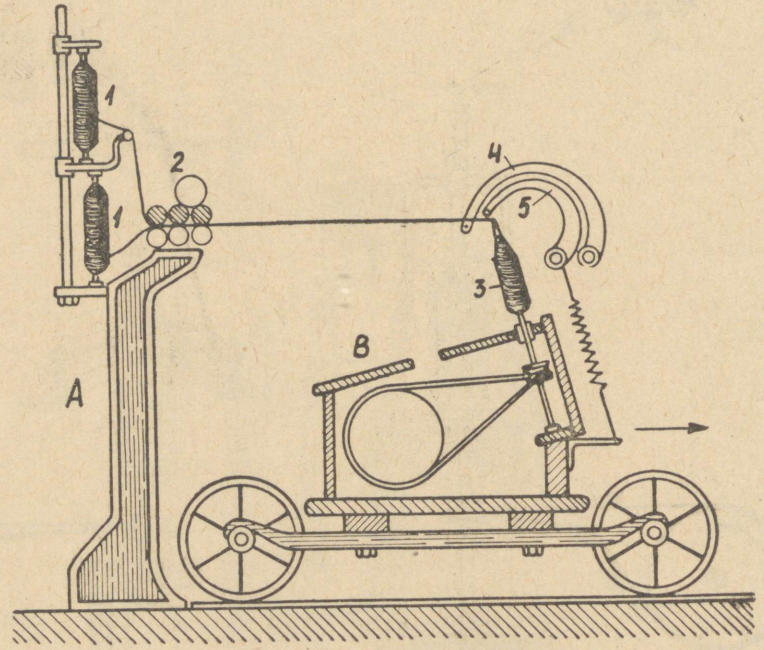
sega kuni 5000 pööret minutis), sellega aetakse lõngale kõva keerd ja mähitakse see järel vedades poolile.

Rõngasvaatrid valmistavad palju pehmemat ja karvasemat lõnga ning on sellepärast nüüdsel ajal värtenvaatrid puuvilla ketramisel peaaegu välja tõrjunud.

Masinal (vt. joon. 59) on samuti venitusrullid, kuid lõngale keeru pealeajamine toimub klambri (*b*) abil, mis mahutatakse pooli

ümbritsevale rõngale (*c*). Kui pool pöörlema hakkab, siis rõhub lõng klambrile, mis eest libisedes hakkab rõngal ringi jooksma. Mida raskem on klamber, seda aeglasem on ringjooks. Nõnda võib klambri vahetamisega toota suurema või väiksema keeruga lõnga.

Selfaktorid valmistavad veel pehmemat ja peenemat lõnga kui rõngasvaatrid.



Joon. 60. Selfaktor: *A* — paigalseisev osa, *B* — vanker, 1 — poolid, 2 — venitusrullid, 3 — pool värtnavarrel, 4 ja 5 — lõngaseadjad traadid.

Masinal (vt. joon. 60) on kaks osa — paigalseisev (*A*) ja liikuv (*B*) vanker. Paigalseisvale osale, mille küljes on venitusrullid, mahutatakse eelketruse poolid, edasi eelketrus ühendatakse keerdvartega.

Töötamine toimub automaatselt ning jaguneb kuude faasi:

1. Ketramine: venitusrullid töötavad, vanker sõidab välja, keerdvarred ajavad keeru peale.

2. Järelvenitamine: venitusrullid jäävad seisma, vanker sõidab edasi, keerdvarred töötavad edasi.

3. Järelkeerd: venitusrullid ja vanker peatuvad, keerdvarred aga töötavad sama või suurendatud kiirusega.

4. Keerdvarte vastupidine pöörlemine: lõng poolil vähe lõdveneb, seejuures lõngapealne traat surub pooli alla ja vastasseisev lõngaalune traat tõmbab ta jälle sirgeks.

5. Vankri tagasisõit: vanker liigub tagasi, keerdvarred mähivad valmislõnga poolile, kusjuures venitusrullid annavad vähe järele.

6. Lõppfaas: lõngapealne ja -alune traat võtavad endise asendi ja asetavad lõngad keerdvartele.

Seega seisab vahe vaatermasinate ja selfaktorite vahel selles, et vaatermasinais kõik operatsioonid toimuvad üheaegselt, kuna selfaktoris perioodiliselt, s. t. enne toimub lõnga väljavenitamine, siis keeru pealeajamine ja lõpuks poolile kerimine.

Peenketrajailt saadud lõng sorditakse tema otstarbe ja tooraine headuse, valmistamisel tarvitatud masinate ja peenuse järgi.

Osa masinatelt tulevast lõngast läheb otsekohe riide kudumiseks, teine osa aga läheb haspeldamisele. Haspeldamise järel määratakse lõnga peenusnumber.

Lõnga peenusnumbri määramine.

Lõnga omadusi iseloomustab ta peenus, vastupidavus, ühtlus jne.

Lõnga liigi ja otstarbe põhinäitajaks on aga ta peenus. Tavalisesti otsustatakse lõnga peenuse üle selle pikkuse järgi teatud kaalu juures. Kõige enam on levinud meetrisüsteemi numeratsioon, mida kasutatakse kõikide lõngaliikide jaoks, peale korrutatud siidi.

Meetrisüsteemi järgi on lõnga number võrdne lõnga meetrite arvuga, mis kaalub ühe grammi. Seega võib meetrisüsteemilist lõnga numbrit väljendada järgmise valemiga,

$$\text{nr.} = \frac{l}{g},$$

kus: l — on lõnga pikkus meetrites, g — lõnga kaal grammides.

Näide: Lõng, mille pikkus on 300 m, kaalub 5 g. Määrata lõnga number:

$$\text{nr.} = \frac{300}{5} = 60.$$

Korrutatud lõnga number märgitakse aga murdarvuna, mille lugejaks on üksiku lõnga või keerme number, nimetajaks — korrutatud keermete arv. Näiteks, 40/2, 60/3 jne.

Korrutatud siidi peenuse iseloomustamiseks tarvitatakse rahvusvahelises ulatuses nn. titre'it (loe: tiiter). Tiiter kujutab endast 450 m pikkuse niidi raskust, mida märgitakse kaaluühikuga «Dénier» (loe: denjee = 0,05 g).

Tiitri — T leidmiseks kasutatakse järgmist valemit:

$$T = \frac{g \times 9000,}{l}$$

kus g tähendab gramme, l — niidi pikkust meetrites.

Näide: Siidlõnga tokk, 1500 m pikk, kaalub 3 g; määrata kindlaks tema tiiter.

$$T = \frac{3 \times 9000}{1500} = 18.$$

Numbrite *nr.* ümberarvestamiseks tiitriks T ja vastupidi kasutatakse järgmisi valemeid:

$$T = \frac{9000}{nr.}; \quad nr. = \frac{9000}{T}.$$

Peale nimetatud süsteemide tuntakse veel nn. inglise, prantsuse jt. lõnga peenusnumbri määramise viise; kuna nad aga NSV Liidus on vähe tarvitatavad, siis piirdume ainult nende mainimisega.

Korrutamine.

Korrutamine seisab kahe või rohkem lõnga kokkukeeramises. Korrutamisel on kaks võtet: keerd aetakse kas lõnga keeru suunas või vastupidi.

Esimesel juhul saab korrutatud lõng veel tugevama keeru, teisel juhul aga lõng muutub pisut laumaks. Harilikult korrutatakse lõnga keeru vastupidises suunas, sest siis ühinevad üksikud lõngad paremini ja saadakse hea korrutatud lõng.

Lina, villa ja siidi ketramine.

Linast lõnga valmistatakse kahel viisil: a) lina ketramise ja b) taku ketramise teel. Esimesel viisil lõng saadakse pikkadest sirgutõmmatud ja rööbastikku asetatud kiududest, mida esialgselt masin-harjadel soetakse. Lõplik ketramine toimub rõngasvaatritel. Sileda linase lõnga saamiseks on ketruse ajal vajalik lindi (heietuse) niisutamine. Selleks varustatakse ketrusmasinaid kuuma veega täidetud kastidega. Enne venitusrullide alla suunamist heietus lastakse nendest kastidest läbi. Niisugust ketramisviisi nimeta-

takse märjaks ketramiseks. Karvase lõnga saamiseks jäetakse heietus niisutamata (nn. kuiv ketramine).

Märjaltkedratud lõngad kuivatatakse otse peale haspeldamist sellekohases kuivatises või vastavalt konstrueeritud masinas, et vältida lõngade riknemist.

Linakedruse valmistamisel kraasimine jääb ära.

Taku ketramisel lähteaineks on takud ja lühike lina. Takud vajavad kraasimist, edasine töökäik aga sarnleb puhta linakiu lõngaks ümbertöötamisega. Takkudest saadud lõng ei ole nii puhas, peen ega ühtlane nagu lina oma, ega evi linasele lõngale omast läiget.

Villa ketramisele eelneb selle sortimine ja pesemine (vt. lk. 210). Pesemisele järgneb nn. karboneerimine. Karboneerimine seisab villa mõjutamises 6—7%-lise väävel- või soolhappega alumiinium- või magneesiumkloriidlahuses ning on vajalik villast taimeliste osiste ja muu puru kõrvaldamiseks, mis tavalise pesemisega ära ei tule. Pärast karboneerimist villa kuivatatakse, neutraliseeritakse soodalahuses ja kuivatatakse uuesti.

Lõplikult kuivatatud vill hunditakse, kusjuures tuhastunud prügi koos lühikeste villakiududega kõrvaldatakse.

Huntimisele järgneb villa värvimine (soovi korral). Värvida võib aga ainult puhast villa. Villa värvimisel kasutatakse ainult värvikindlaid värve, mida tingib terve rida järgnevaid tööoperatsioone, nagu kraasimine, ketramine, vanutamine jne.

Peale värvimist villa uuesti kuivatatakse, lastes selleks vill valtside vahelt läbi; siis asetatakse ta tsentrifugaalmasinasse ning lõpuks suunatakse kuivatisse või kuivatusmasinasse.

Olenedes villa sordist, kedratakse kaht eriliiki lõnga: kalevilõnga ja kammlõnga.

Kalevilõnga ketrus on kammlõnga ketrusest sedavõrra erinev, et neid kedratakse koguni eri vabrikuis. Kalevilõnga ketrus on lihtsam: siin püütakse koheva ja pehme lõnga saamiseks villalooked säilitada.

Kammlõnga tootmisel püütakse saavutada just vastupidist, s. o. võimalikult kaotada villalooked kammimisega, et saada siledat läikivat lõnga. Kammlõng on tunduvalt tugevam ja kõvem kalevilõngast.

Kalevivilla ketruse käik on järgmine: 1) villa pesemine, 2) karboneerimine, s. o. taimelise puru kõrvaldamine, 3) värvimine (soovi kohaselt), 4) kuivatamine, 5) huntimine, 6) õlitamine (villa vastupidavuse ja painduvuse suurendamiseks), 7) kraasimine, 8) eelketramine, 9) peenketramine, 10) järeltööd.

Kammvilla ketramine on märksa keerulisem. Kammlõnga ketruseks valitakse harilikult pikakiuline (kuni 10 sm) vill, nagu seda saadakse meriinolt, laamalt, kaamelilt jt. Nende vill on sile, ühtlane, läikiv, pehme ja painduv.

Kammlõnga saamiseks peab sooritama kõik kalevilõnga valmistamiseks vajalikud töövõtted ja lisaks veel terve rida muid.

Kammvilla töötlemine toimub järgmiselt: 1) sortimine, 2) kraasimine, 3) venitamine (eriliste venitusmasinatega), 4) kammimine (tähtsaim töö kammlõnga tootmisel, toimub erilistel masinatel), 5) pesemine, 6) eelketrus, 7) peenketrus, 8) järeltööd.

Kammlõnga tavaliselt ei värvita, vaid pleegitatakse, ning värvitakse alles kangana.

S i i d i k e t r u s. Haspeldatud siidil (vt. lk. 212) puudub ketrusprotsess kui niisugune, sest saadud lõng-toorsiid ongi juba valmis lõng. Ketramisele tulevad ainult lühemad kiud, mida saadakse vigaseist kookoneist, jäänustest jne. Samuti ei vaja ketramist tehissiid ja kõik teised tehiskiud, nagu klaaslõng, kaseiinlõng jt.

b) Kudumine.

Tekstiilsaadused on mõõdult ja välimuselt väga erinevad tooted, vaatamata sellele aga toimub lõngade põiming nende kõikide juures üldjoontes ühe põhimõtte järgi.

Kudumine võib toimuda kas käsitsi kangastelgede abil või vabrikus auru-, elektri- või veejõul käimapandavate kudumismasinate abil.

Masinatel töötamine on palju kiirem ja täpsem kui käsitelgedel, kuna käsikudumisel kanga ühtlus oleneb kudujast, masintelgedel aga ta on alati ühtlane.

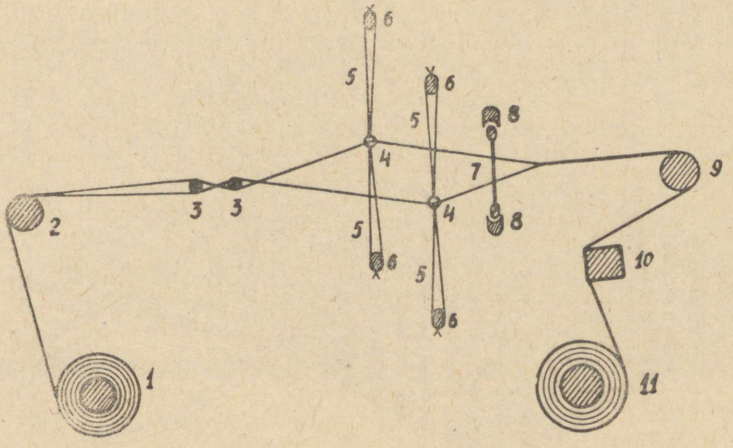
Kudumismasinad valmistatakse tavalisesti malmist, sest nende üksikosade suure liikumiskiiruse tõttu peab nende ehitus olema eriti tugev.

Kudumismasina üksikud osad sarnlevad käsitelgede osadega, kuid selle vahega, et kõik nad liiguvad automaatselt. Seetõttu moodsal tekstiilmasinal töötamisel töölise ülesanded piirduvad vaid pooli vahetamise ja katkenud lõnga jätkamisega.

Lihtsa kanga kudumisel tarvitatakse ka poolide vahetamise automaate ja sel juhul üks tööline võib jälgida kuni 20 telge. Niisugused masinad lõnga katkemisel või mõne muu vea puhul peatuvad iseenesest ja töölisel jääb ainult parandada viga ja käivitada masin uuesti.

Tähtsamad koed on kangaskoed, mis moodustatakse kahest õige nurga all läbipõimuvast lõngasüsteemist. Kangaskudede kõrval toodetakse veel nn. lihtkudesid, nagu silmuskoed, palmikud, heegeldused jne., mida iseloomustab üks lõngasüsteem, mille juures lõnga mitmel viisil läbi põimitakse. Kudedega sarnlevad veel gaas- ehk tüll- ning võrkkoed. Piki kangast minevaid lõngu nimetatakse lõimelõngadeks, ristlõngu — koelõngadeks.

Lõime ja kude võib teineteisega läbi põimida väga mitmel viisil; sellest oleneb enamasti koe välimus. Lõime ja koe läbipõimi-

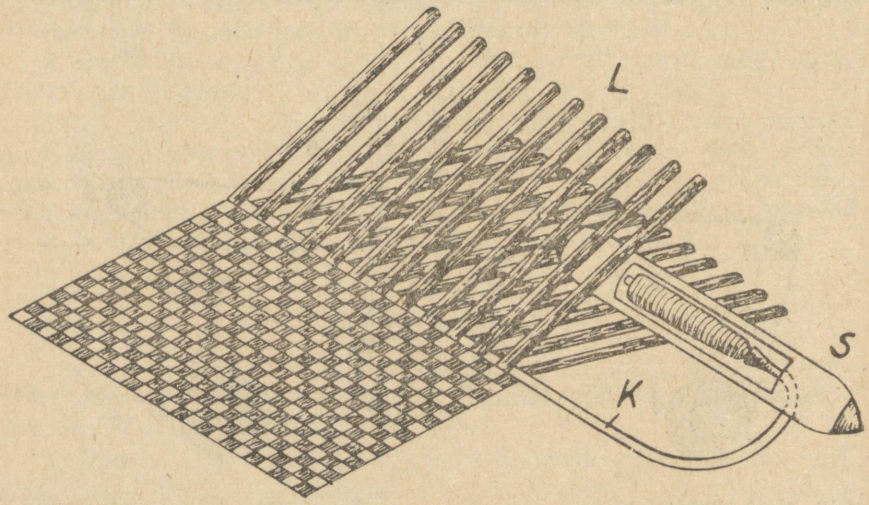


Joon. 61. Kangasteljed skemaatiliselt: 1 — lõimepoom, 2 — pingutuspuu, 3 — tihvad, 4 — niiesilmad, 5 — niied, 6 — niitepuud, 7 — suga, 8 — soahoidjad, 9 — rindpuu, 10 — riidepingutaja, 11 — riidepoom.

misega võib valmistada niisugust kude, mille pind on täiesti ühesugune nii paremalt kui ka pahemalt poolt, kuid võib saavutada ka seda, et ühele või teisele poolele ilmuvad jooned, muster jne.

Ketramismasinast tulev lõng ei ole otsekohe lõimeks kõlblik, kuna lõimelõng, mis jookseb pikuti kangast ning on alaliselt pingul, peab olema eriti tugev ja vastupidav. Nimetatud vajalikud omadused antakse lõimelõngale lihtimise teel. Lihtimine seisab selles, et lõng vastavate masinate abil lihiga läbi immutatakse, mis lõnga tugevust tõstab ja annab talle sileda pinna. Liht valmistatakse dekstriini, tisleriliimi, glütseriini, rasva, seebi, stearriini ja teiste ainete segust, millele veel lisatakse keedusoola, formaliini ja teisi antiseptilisi aineid lihis pisilaste tekkimise ärahoidmiseks.

Koe valmistamiseks (vt. joon. 61) lihitud ja kuivatatud lõimelõngad mähitakse telgedel paralleelselt üksteisele lõimepoomile (lõimelõngade arvust kangas oleneb selle laius ja tihedus!). Lõimelõngadele sihi andmiseks tõmmatakse nad üle pingutuspuu ning nende vassimise ärahoidmiseks pistetakse nende vahele nn. tihvad ja juhitakse lõngad niitesse. Niite ülesandeks kudumisel on vaheliku tekitamine lõimelõngade vahel. Kõik lõimelõngad pannakse niite silmadesse nii, et ühest niiest lähevad järgemööda läbi kõik paaritu-

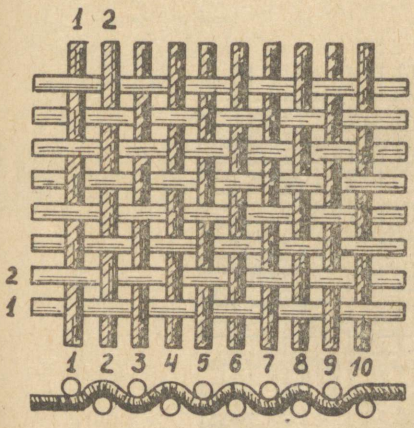


Joon. 62. Lõngade põiming kangakudumisel: *L* — lõimelõng, *S* — süstik, *K* — koelõng.

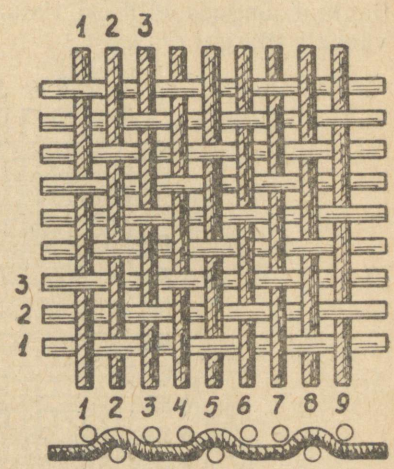
numbrilised, teisest aga kõik paarisnumbrilised. Kudumistelgede tööprotsessis niied on kordamisi tõstetavad, kusjuures, kui üks niis tõuseb üles, siis teine vajub alla. Nii näit., kui kanga laiuse moodustavad 1000 lõimelõnga, siis ühe niie tõstmisega tõusevad temaga koos $\frac{1000}{2} = 500$ lõimelõnga, kuna teised 500 lõnga alla vajuvad. Nõnda tekib vahelik lõimelõngade vahel, kust koelõnga süstiku abil läbi lastakse. Seejärel suga lööb koelõnga vaheliku nurka. Nüüd tõuseb teine niis ning koos temaga kõik alumised lõimelõngad, ülemised aga vajuvad alla, tekib jälle vahelik, kus süstik koelõngaga läbi liigub jne. jne. Nõnda toimub lõngade põiming kangakudumisel (vt. joon. 62).

Selle järgi, kuidas koe- ja lõimelõngad ristuvad, liigitatakse kõiki siduseid kolmeks algsiduseks: labane, toimne ja atlass. Kõige lihtsam, tugevam ja ka vanem sidus on labane.

Labane kangas on mõlemalt poolt ühesugune, mis on tingitud sellest, et iga koelõng ristub nii, et ta üht lõimelõnga katab ja teise lõimelõnga poolt kaetakse. Täiesti sarnaselt ristub ka lõim koelõngaga (vt. joon. 63).



Joon. 63. Labane põime.



Joon. 64. Toimne põime.

Kuna labase siduse korral kõik lõngad isekeskis ristuvad, siis on ta kõigist siduseliikidest kõige tugevam ja seepärast ka kõige kohasem säärastele riidesortidele, nagu pesuriie jne.

Toimse kanga lõngad ristuvad harvemini (üle 3—20 ja rohkem lõnga), mistõttu säärane riie on labasest lodevam, pehmem ja paksem. Toimne kudumine toimub alati rohkemaarvulise (üle 2) niiterea abil.

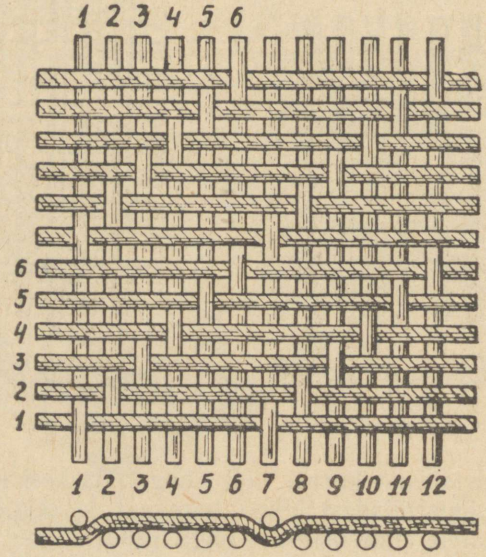
Väga tüüpiline on kolmeniieline kude, nn. diagonaal, mille pinnal tulevad nähtavale diagonaaljooned (vt. joon. 64).

Säärast riiet kududes tõstetakse korraga kahte niit, kuna üks alla jääb, või ümberpöördult. Niisuguse kanga mõlemad pooled pole ühetaolised, sest et paremal poolel esineb lõngade üldarvust ⅔ lõimelõngu ja ⅓ koelõngu, kuna teisel poolel lõngade arvuline suhe on just vastupidine.

Väga sagedasti kootakse riiet ka nelja niiega; lõngu teatavas järjekorras niitesse pannes ja nende põimimist kombineerides, võib valmistada väga mitmesuguse välimusega mustrilist riiet.

Toimset sidust tuleb eelistada, ja mitte ainult välimuse pärast, vaid ka tervishoiuliselt, kuna tema võrreldes labase sidusega sisaldab oma harvema ristlemisviisi tõttu rohkem õhku ja on seetõttu kandmisel soojem.

Kolmas algsidustest on nn. atlass-sidus. Atlass-sidus võimaldab kõige paremini lõngade läiget ja värvust esile tuua. Atlassi kootakse 5—20 niitereaga. Seda sidust iseloomustab sile pind, mis on tingitud lõngade erilisest ristumisest, kusjuures ristumiskohad on vaevalt märgatavad.



Joon. 65. Atlasstoimne põime.

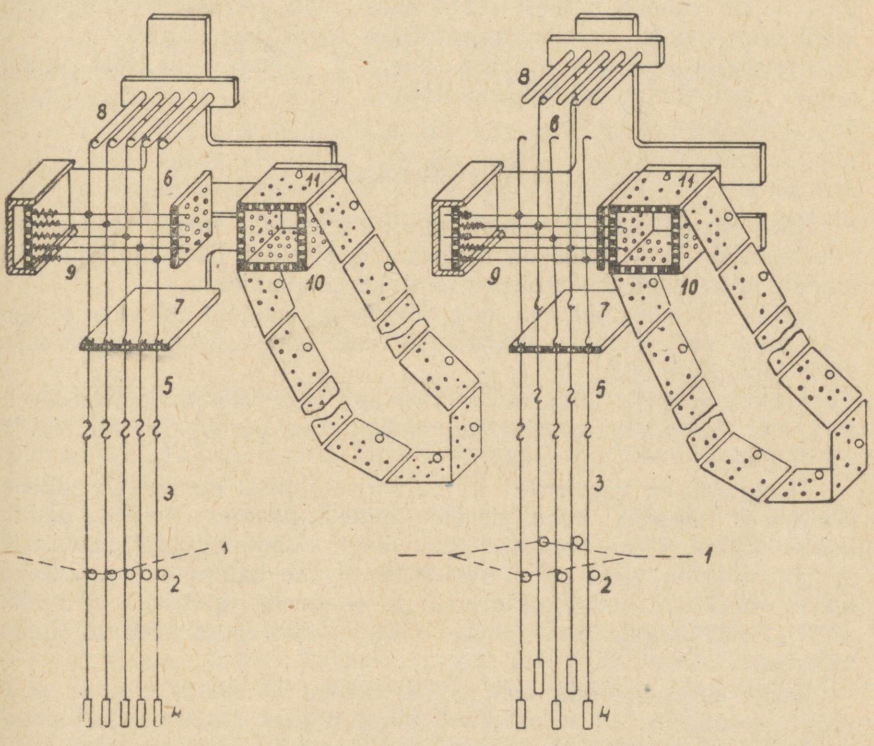
Atlasstoimse riide pinnad ei ole ühetaolised: ühel poolel esineb enamik lõimelõngu, teisel aga koelõngu; nii näit. 8-niielisel atlassil võib olla $^7/_8$ osa lõimelõngu või koelõngu ühel pinnal ja ainult $^1/_8$ neist teisel pinnal.

Atlass-sidus võimaldab täiel määral kahe materjali tarvitamise puhul esile tuua paremat materjali. Kui näit. tarvitada atlassi kudumisel puuvillast lõimelõnga ja siidset koelõnga, siis kanga paremale poolele tulevad peamiselt siidlõngad ja riie omab siidset välimust.

Loetletud algsidustest on tuletatud palju teisi siduse liike. Tuletatud kangaste arv, võrreldes algkangastega, on õige suur; siia

kuuluvad näit. rips, panama, krepp ja terve rida teisi. Kõiki neid saadakse algsiduste kombinatsioonidest, muutes niietamist, sidust jne., mille tagajärjel kanga pinnale ilmuvad triibud, ruudud ja teised mustrilised joonised.

Keerulisemate kirjadega kangaid kootakse nn. Jacquard-telgedel, mis on oma nime saanud nende leiutajalt.



Joon. 66. Jacquard-telgede skeem: 1 — lõimelõng, 2 — niit asendav nöör, 3 — niiesilmad, 4 — raskus nööri otsas, 5 — lõimelõnga konksud, 6 — terasnugade traatkonksud, 7 — alusplaat, 8 — raami terasnoad, 9 — vedrudega nõelad, 10 — auklik prisma, 11 — mustrikaart.

18. sajandi lõpul Lyoni kuduja sell Charles Jacquard leiutas masina, mis võimaldas riidele igasuguste mustrite sissekudumist mehaaniliselt. Leiutis (vt. joon. 66) koosnes serviti üksteise küljes olevate kaartide lõpmatust lindist, mida asetati kangaspuudele. Kaardid olid varustatud aukudega, mis vastasid ülestõstetavatele

lõimelõngadele, nii nagu tavalistel kudumistelgedel iga lõnga jaoks on oma niis.

Ühekorraga tõstetavad silmused olid nööridega kinnitatud raami vastavate konksude abil. Kui raam tõuseb üles ja kaardid liiguvad võllil, siis osa nõelu läheb kaardiaukudest läbi, kuna nõelad, milledel mustri järgi kaardis sobivat auku ei ole, tõstetakse raamiga üles. Tekib vahelik, millest süstik läbi läheb, suga lööb koelõngad kinni ning mustri sissekudumisprotsess algab uuesti.

Praegusel ajal tarvitatakse kaartide asemel jooniseid, kuna nõelte ülestõstmine toimub elektriga.

c) Viimistlemistööd.

Kangastelgedelt või mõnelt muult masinalt tulnud toode on veel poolfabrikaat: kude on määrdunud, sisaldab lihti, liimi ja teisi aineid, mida lisati kudumisprotsessi kergendamiseks.

Kõiki viimistlustöid, mis ette võetakse masinailt tulevate toodetega kuni nende lõpliku valmimiseni, nimetatakse apretuurtöiks selle sõna laiemas mõttes.

Apreteerimiseks kitsamas mõttes aga peetakse kõiki neid järeltöid, mis ette võetakse tekstiilkaupade juures pärast pleegitamist ja värvimist.

Pleegitamisel, värvimisel ja merseriseerimisel etendavad peaosa keemilised tegurid, kuna apreteerimine kitsamas mõttes tõstab kauba välimust mehaaniliste abinõudega. Viimaste liiki kuuluvaid apretuurtöid on väga palju, sest neist oleneb kanga välimus. Need apretuurtööd on sedavõrd arenenud, et nende abil on võimalik näit. puuvillkangale anda linase, villase või koguni siidi või naha välimus.

Kõigi apretuurtööde kohta võib öelda, et nende toime pole püsiv ja suurem osa sellest kaob jäljetult juba peale esimest pesemist. Erandi moodustab vaid merseriseerimine, mis muudab puuvillakiu tugevamaks ja annab talle püsiva siidse läike.

Sellepärast võib üldiselt öelda, et parem on see tekstiilkaup, mille juures on vähem tehtud apretuurtööd.

Keemilised apretuurtööd.

1. Karboniseerimise (vt. lk. 229) otstarbeks on villakiududes leiduvate taimeliste osiste hävitamine, kuna muidu jääb riie värvimisel laiguliseks.
2. Merseriseerimine (vt. lk. 216).

3. Pleegitamise ülesandeks on kiu loomuliku värvuse kõrvaldamine, mis on eriti vajalik enne kangaste värvimist või trükkimist õrnade värvidega.

Kõige tähtsam on puuvilla ja lina pleegitamine (ihu-, laua- ja voodipesu), kuna villa ja siidi pleegitamisel on vähem tähtsust.

Pleegitada võib materjali mitmesuguses olekus; a) kiuna, b) lõngana ja c) kangana. Kaks viimast moodust on enam tarvitatavad.

Lina ja puuvilla igivana pleegitamisviis on päikese paistel pleegitamine. Vabrikutes aga toimetatakse pleegitamist keemiliselt, kas pleeklubjaga või klooriga.

Villa ja siidi pleegitamine sünnib kas vääveldioksüüdi (SO_2) abil või ülihapenditega. Esimene viis on vanim ning ebakindlam, kuna kangad tõmbuvad hiljem jälle kollakaks. Ülihapendiga pleegitamine toimub veelahuses. See pleegitamisviis on küll kallim, kuid saavutatud valge toon on püsivam.

4. Värvimine.

Värvimise eesmärgiks on kiudainet keemiliselt ühendada värviga. Värvilt nõutakse vastupidavust pesemise, pleekimise, valguse, hõõrumise, soojuse, higi ja muude keemiliste ja füüsikaliste mõjude vastu.

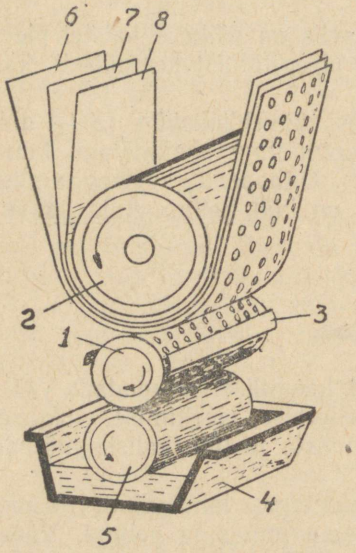
Enamik värvaineid ühineb kiudainetega lahustatud olekus. Lahustamiseks tarvitatav vesi peab olema puhas ja pehme. Värvi võetakse tavaliselt 1—2% toote kaalust. Värvilahus, kuhu ese jäetakse lühemaks või pikemaks ajaks, võib olla kas külm või kuum.

Vanasti kasutati tekstiiltoodete värvimiseks peamiselt orgaanilisi värve, nagu indigo, karmiin, purpur jne. Nüüdsel ajal aga tarvitatakse peamiselt kivisõetõrvavärve, mis on kõlblikud nii taimekui ka loomariigi kiudude värvimiseks.

Värvimisprintsiibilt on täiesti ükskõik, missugusel kujul materjal värvitakse, kuid mehaanilisest seisukohast on sellel väga suur tähtsus. Sellepärast on olemas kaks värvimismeetodit: 1) lahus seisab ja materjal liigub, ning 2) materjal seisab ja lahus liigub. Esimene meetod on kohane lõngavihtide ja kanga värvimisel, teist meetodit aga tarvitatakse kiu, kiulintide ja poolidele keritud lõngade värvimisel. Kummagi meetodi jaoks on konstrueeritud eriseguse värvimismasinad, mis on varustatud kuumutamisseadeldistega, sest praeguste värvainete ja värvimismeetodite juures toimub värvimine peamiselt kuumalt.

5. Trükkimine.

Trükkimine erineb värvimisest sellega, et trükkimisega tekitatakse valgele või värvilisele kangale ühe- või mitmevärvilisi mustreid, kuna värvimisega saab anda kogu värvitavale tootele ainult ühe ühtlase värvitooni.



Joon. 67. Riide trükkimise skeem: 1 — vask-valtsmudel, 2 — kummiga või nahaga kaetud riidevalts, 3 — nuga, 4 — värvinõu, 5 — värvinõu valts, 6 — trükitav riie, 7 — puuvillriie, 8 — kalev.

Trükkimine võib toimuda kas käsitsi või masinatega. Käsitsitrükkimisel tarvitatakse kas puust või vasest mudeleid, kuhu reljeefsed mustrid sisse lõigatakse. Mudel ehk klišee kaetakse värvipadjal värviga ja vajutatakse sirgutõmmatud riidele.

Palju kiiremini toimub trükkimine valtsmasinate abil. Need masinad koosnevad ca 2 m läbimõõduga silindrist, mis kaetakse paksu kummi või naha korraga. Selle peal on kalev, mis kaetakse puuvillase riidega ja alles siis tuleb trükitav riie. Suur valts liigub vastupidises suunas vaskvaltsidele, kuhu muster on sisse graveeritud ning millede all asuvad värvinõud (vt. joon. 67).

6. Mehaanilised apretuurid.

P e s e m i n e. Ketrusel ja kudumisel riidesse satub mustust ja mitmesuguseid lisandeid (õli, liht, liim jne.), mis kõrvaldatakse pesemisega. Kanga pesemiseks võetakse pehmet vett ning mustuse kõrvaldamiseks lisatakse juurde seepi, soodat, tinkpiritust jms.

K u i v a t a m i n e. Pestud kangad uhutakse, suurvesi kõrvaldatakse tsentrifuugide abil ning kuivatatakse soojusega.

G a s e e r i m i n e. Gaseerimise otstarbeks on anda riidele sile ja ühtlane pind. Selleks hävitatakse riide pinnal leiduvad kiuotsad, neid gaasiga kõrvetades.

Karvastamine. Mitte alati ei anta riidele siledat välimust. Algelise kanga karvkatte suurendamiseks kratsitakse riidel kiu-otsad üles, mida nimetataksegi karvastamiseks. Puuvillaseid riideid karvastatakse eriliste metallkonksude — kraaside abil, villase riide karvastamiseks tarvitatakse aga nn. karvakäbisid, millede kestad on kaetud kõverate, teravate otstega.

Pügamine. Karvase pinnaga kangaid hiljem pöetakse, selleks et karvadele anda ühtlane pikkus. Pügamine toimub erilise pügamismasinaga.

Harjamine. Selle ülesandeks on kõrvaldada riide külge jäänud karvad või riidel olev karvkate ühtlaselt maha vajutada. Harjamine toimub suurte valtsharjadega varustatud masinatega.

Apreteerimine. Kanga tihendamiseks tarvitatakse tärklist, dekstriini, kalaliimi jne.; kanga painduvuse suurendamiseks tarvitatakse seepi, stearriini, parafiini, rasvu jne. Tekstiiltoodete raskendamiseks lisatakse apretuursegusse kipsi, kriiti, kaoliini, tsinkvitrioli, baariumsoolasid jms.

Kanga valge värvuse tõstmiseks tarvitatakse sagedasti ultramariini, berliini ja pariisi sinist; hallituse vältimiseks lisatakse apretuurmassi boorhapet, salitsüülhapet, maarjajääd jms.

Kalandrimine. Kalandrimisel juhitakse kangas kõvade, siledate, tugevasti teineteisele vajutavate valtside vahelt läbi. Lõngad litsutakse laperguseks ja riie saab tiheda läikiva pinna.

Pressimine. Villased ja poolvillased tooted pressitakse kuumalt, sest et villakiud on vormitavad ainult kuumalt.

Rullimine. Riide rullimine sarnleb hariliku pesu rullimisega. Rullitud riie on võrreldes kalandritud riidega siledam, läikivam ja pehmem.

Dekateerimine ja aurutamine kuuluvad viimaste viimistlustööde hulka.

Dekateerimine on eriti tähtis villase riide juures. Dekateerimist toimetatakse ülesrullitud riiet kuuma rõhkauruga või veega mõjutades.

Dekateeritud riidel läige suureneb ja ta muutub püsivaks, s. o. hilisemal kandmisel märjaks saades ta enam kokku ei tõmbu ega jäta veeplekke.

Aurutamise tähtsus seisab selles, et ta annab kangale villase välimuse, kõrvaldab pressimisel tekkinud läike, takistab poolvillasel riidel kokkuminemist ja muudab värvid elavamaks.

Vanutamine. Vanutamine tähendab riide osalist vildistamist. Vanutada saab ainult villaseid riideid, sest villaku pind on soomuseline ja lookeline. Vanutamise ajal kangas lastakse valtside vahelt läbi, tõmmatakse, muljutakse ning hõõrutakse teda seebilahuse ja savi abil. Vanutamise eesmärgiks on villakiudude ühendamine ja kangale paksema vildikorra tekitamine.

7. Eesti NSV tekstiiltööstus.

Tekstiiltööstuse taastamine omab Eesti NSV oludes erilist tähtsust. Enne esimest maailmasõda tsaarivalitsuse poolt meie territooriumil loodud suurejooneline tekstiiltööstus kodanliku Eesti ajajärgul osaliselt hääbus või kiratses. Veel suuremat kahju tekitasid meie tekstiiltööstusele saksa röövvallutajad, kes hävitasid palju esmaklassilisi tekstiiltööstuse ettevõtteid: linaketrus- ja siidikudumisvabrikud Narvas ja «Kommunaari» Tallinnas, kalevivabriku Hiiu-Kärdlas jne.

Säilinud tekstiilkäitisi kasutati kogu okupatsiooniaja vältel hitlerliku sõjamajanduse teenindamiseks. Peentöötlemismasinatel toodeti jämedat takust ersatsriiet, osa masinaid demonteeriti ning tassiti laiali.

Eesti NSV rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946.—1950. a. seab suured ülesanded meie tekstiiltööstusele. Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi osas viisaastaku jooksul kõige suurem kasv on tekstiiltööstuse alal.

1950. a. ministeeriumi tekstiilkäitised annavad elanikkonnale üle 15 milj. meetri riiet, s. o. seitse korda rohkem kui 1945. a. Taastatakse Balti Manufaktuur, tunduvalt laiendatakse linavabrikuid. Taastatakse Abja toorlinavabrik. «Juuni Võit» ja «Keila» suurendavad oma toodangut ca 2,5 korda. Tunduvalt suureneb ka villase riide toodang. Sindi kalevivabrik rekonstrueeritakse; segaiseloomuga siidikudumis- ja trikotaažikäitis «Punane Koit» reorganiseeritakse puht-siidikudumisvabrikuks.

Kapitalistlikus Eestis ei olnud sukavabrikuid, sukamasinad olid ja on ka praegu väikeste rühmadena laiali mitmes ettevõttes. Selline töökorraldus ei võimalda tootmisprotsessi õiget organiseerimist, raskendab kaadrite plaanipärast ettevalmistamist jne. Sellepärast osutub vajalikuks reorganiseerida ka sukatööstus täielikult.

Ka trikootööstus «Marat'i» toodang suureneb 1950. a. võrreldes 1945. aastaga enam kui 2 korda. See tõus saavutatakse töö

parema organiseerimisega, esmaklassiliste seadiste rakendamisega ja nende täieliku ärakasutamisega jne.

Meie tekstiiltööstuste töölised, insenerid ja teenistujad on juba ära teinud suure töö trikoo- ja mitmesuguste teiste tekstiiltoodete sõjaeelse sortimendi saavutamiseks. Laiendatakse linase pesuriide sortimenti, hakatakse tootma käterätte, salvrätte, laudlinu jne.

Pärnu linatööstus asus juba selliste toodete väljalaskmisele, nagu: portjäärid, aknaeesriided, mööbliriie jne.

Tänapäeval meil töötavad järgmised tähtsamad tekstiilkäitised: kaks kalevivabrikut — «1. Detsember» Sindis ja «Keila» Tallinnas (mõlemad vabrikud töötavad nii ketrus- kui ka kudumisosakondadega), trikootööstus «Marat», puuvillaketramis- ja kudumisvabrik «Juuni Võit», tekstiilvabrik «Punane Koit» (toodab sukki, sokke, paelu, siidriiet jne.).

Peale nimetatute töötavad veel pesuvabrik «Osta», Tallinna õmbluskombinaat, Tallinna Kõievabrik, Tallinna «Tehnotekstiil» (toodab masinarihmu, tuletõrjevoolikuid jne.) jt.

Meie linatööstus on koondatud Linatrusti kätte, kellele alluvad Pärnu linatööstus, Viljandi linavabrik ja linavabrik «Bolševik» Mõisakülas.

Meie suurimaks tekstiilkäitiseks viisaastaku ülesehitustöös aga tõuseb Riiklik Kreenholmi Manufaktuur Narvas.

Ligi viis miljardit meetrit riiet peavad andma nõukogude tekstiiltöölised 1950. aastal. Sellest 110 miljonit meetrit peab tulema Kreenholmi Manufaktuurist. See tähendab, et Kreenholm taastatakse täielikult.

Kreenholm oli oma endisel hiilgeajal esimesi käitisi tsaari-Venemaal ja isegi Euroopas; kodanlikus Eestis säilis sellest võimsusest aga vaevalt üks kümnendik. 32 aastat tagasi töötas Kreenholmis 12 tuh. töölist, kodanlikul ajal langes see arv 1800-le. Kümme tuhat kvalifitseeritud tekstiiltöölist hajus laiali. Kuid juba 1941. aastal, kui nõukogude korra poolt loodi sotsialistlik baas meie tekstiiltööstuse edaspidisele arenemisele, rakendati tööle üle 8 000 töölise.

Kreenholm tõuseb uuesti, NSV Liidu rahvaste vennaliku abiga ehitatakse Narva joa ümbrusse võimsaim tekstiilkäitis.

Viie aasta jooksul Kreenholmi toodang suureneb kümnekordselt, võrreldes aga 1945. aastaga, s. o. esimese tööaastaga pärast saksa okupatsiooni, kasvab toodang 50 korda. Seega 1950. aastal ületatakse Kreenholmi kõigi aegade tootmisvõimsus, eelkõige aga sõjaeelne tase.

Kreenholmi taastamise plaanis on ette nähtud anda peamiselt valmistoodangut — värvitud kangaid.

Kasahstani istandustes nopivad kolhoosnikud puuvilla, millest Kreenholmis valmistatakse riiet. Moskvas, Ivanovos, Leningradis valmivad Kreenholmile uued ketruspingid ja automaat-kudumisteljed. Kreenholm ei ole enam seotud välisturuga, nagu see oli kodanlikul ajal, tema tulevik on kindlustatud, kuna ta on seotud NSV Liidu suurte ja rikaste tagamaadega.

IX peatükk.

METALLITÖÖSTUS.

1. Eesti NSV metallitööstuse arenemiskäik, praegune seisund ja arenemisperspektiivid.

Kodanliku vabariigi loomisega kaotas Eesti suurtööstus, selle hulgas ka metallitööstus, turu ning tellimised ja oli määratud hävimisele. Tegeldi võimsate tööstusettevõtete lammutamisega ja seadmete müümisega vanarauaks. Nii likvideerusid täiesti Vene-Balti ja Beckeri laevatehased ja vagunitehas «Dvigatel», mille seadmed juba varem, s. o. esimese maailmasõja ajal olid suuremas osas evakueeritud.

Ainult mõned tehased, nagu «Franz Krull» (praegune Liidutehas nr. 9) ja «Ilmarine», kohanesid kohaliku turu nõuetele. Neist esimene tegeles peamiselt katlaehituse ja mitmesuguste tööstusseadmete remondiga, viimasel ajal aga ehitas ka vedureid.

«Ilmarine» tegeles algul vedurite remondiga, töötades tunduva kahjumiga; hiljem ehitas piiritusvabrikute seadmeid, naftamootoreid ja lõpuks teehöövleid.

Kunagi võimsa elektrimootorite tehase «Volta» seadised olid samuti evakueeritud ja alles pikkamööda sisustati väike osa endisest suurtehasest siseturu tarvete rahuldamiseks lihtsamate elektrimootori tüüpide alal.

Tingituna tekkinud turukonjunktuurist, asutati kodanliku vabariigi teisel aastakümnel senitöötanuile lisaks veel mõningad väiksemad metallitöötlemis-ettevõtted, mis tootsid peamiselt tarbekaupu ja võistlesid raskeis tingimusis välismaiste importkaupadega.

Alles 1940. aastal, Eesti vastuvõtmisega täisõigusliku vabariigina NSV Liitu, avanesid laialdased võimalused meie tööstuse arendamiseks ja selle korrapäraseks varustamiseks defitsiitsete toorainete ja materjalidega teistest liiduvabariikidest. Samuti avanesid sood-

sad võimalused tööstustoodangu ülejääkide mahutamiseks, ja Eesti NSV tööstustoodang, selle hulgas ka metallitööstuse toodang, tõusis märgatavalt (vt. I peatükk, p. 2).

Kuid kahjuks see olukord ei kestnud kuigi kaua. Fašistliku Saksamaa kallaletung Nõukogude Liidule ja mõneaastane okupatsiooniaeg halvasid peaaegu täielikult tööstustegevuse Eestis. Kogu tööstustoodang rändas rindele või Saksa tagalasse. Teostades oma röövpoliitikat vallutatud mais, imesid sakslased Eestistki välja kõikvõimaliku.

Ka taganedes Eesti NSV pinnalt teostasid sakslased plaanikindlaid purustusi. Kõige selle tulemusena on hävinud rida masinaehitustehaseid ja metallitööstusi, neist suuremad: mootoritehas «Eesti Mootor» Pärnus, põllutöömasinatetehas «Võit» Tartus, Narva Malmivalutehas, Tartu Telefonivabrik jt. Meie suuremad masinaehitustehased, nagu end. «Krull», «Ilmarine» ja «Volta» olid demonteeritud, nende seadmed osaliselt evakueeritud Saksamaale, osaliselt hävitatud; ka Kalinini nimelisest Tallinna Veduri ja Vagunitehastest jäid järele vaid tühjad tööstushooned.

Pärast sõja võidukat lõpetamist ja Eesti NSV territooriumi okupantidest vabastamist avanevad eesti metallitööstusele jällegi avarad perspektiivid.

Nõukogude Eesti rahvamajanduse kujundamises langeb peamine tähtsus ja osakaal just tööstusele — kogu meie nõukogude vabariigi industrialiseerimisele, kuna tööstus oma masintootmismeetoditega on juhtivaks ja arengut edasiviivaks majandusharuks ning tema arenemine määrab ühtlasi kõigi teiste majandusharude arenemise tempo ja struktuuri. «Me peame — tähendas seltsimees Stalin — viima edasi meie maa tööstust kui sotsialismi alust ja kui juhtivat jõudu, mis viib rahvamajandust edasi tervikuna.» [1]

Nõukogude Eesti rahvamajanduse kujundamisel neljanda stalinliku viisaastaku raames me oleme kohustatud täies ulatuses rakendama oma loodusvarasid — põlevkivi, turvast, fosforiite, savi, lubjakivi, puitu jne. — vastavate tööstusharude väljaarendamisele. Samuti peame olema suutelised korraldama kiireltareneva põllu- ja karjamajanduse saaduste tööstuslikku töötlemist ja tagama üha paisuvale ehitustegevusele materiaalse baasi.

Masinaehitus- ja metallitööstuse seisukohalt aga säärase ulatusega probleemi püstitamine ei osutu võimalikuks, kuna meil endil seni puudub tööstuslikult ekspluateeritav tooraine, kui mitte arves-

[1] A. Rannes, Nõukogude Eesti tööstuse stalinlik viisaastak. Tehnika kogumik 1, lk. 4. Tallinn 1946.

tada vanametalli, mille osatähtsus ei ole määrav kogu meie metallitööstuse toorainebilansis ka siis, kui rajaksime oma metallurgiatööstuse. Nii näit. kodanliku vabariigi «kõrgkonjunktuuri» ajal, 1936. a., ulatus meil toormalmi ja metallide sissevedu 48,4 tuh. t-le, vanametalli väljavedu samal ajal aga moodustas kõigest 10,2 tuh. t ehk 21%.

Seoses metallitööstuse toodangu peatse jõudmisega sõjaeelsele tasemele, mis 1936. a. toodangu ületas ligikaudu kahekordselt, ning arvestades ehitustegevuse edasise arenguga võime metallivajadust lähemate aastate jooksul lugeda vähemalt 100 tuh. t, mida tuleb katta sisseveoga teistest liiduvabariikidest.

Kuna aga pikad ja ebaratsionaalsed veod on transpordile asjatuks koormatuseks ning rahvamajanduse seisukohalt otse kahjulikud, siis on selge, et suuris koguseis toormaterjali nõudvaid metallitööstuse harusid võib rajada ainult vastavalt tõestatud kalkulatsioonide alusel.

Nii näit. kujuneks otstarbetuks ja ebaökonoomseks meie oludes omatarviduseks traktorite või autode tootmine, kuigi nende tootmisharude loomine on tehniliselt täiesti võimalik. Teiselt poolt on aga selge, et meie põllumajanduse vajadus atrade järele õigustab täiel määral vastava iseseisva tehase rajamist jne.

Seepärast Eesti NSV praegusel kui ka edaspidisel masinaehitustehaste ja metallitööstuse väljaarendamisel peame arvestama kahe järgmise pearühmaga:

a) suurtööstus, mis toodab mitte üksi vabariiklikuks tarbeks, vaid suurel määral teenindab ka teisi liiduvabariike (suurlaevaehitus, elektrimasinaehitus jne.);

b) tööstus, mis rahuldab peamiselt Eesti NSV sisetarvidusi ja vaid mõningal määral mahutab toodangu ülejääke mujale (kohaliku tähtsusega masinaehitus- ja metallitööstus).

Lähtudes eespooltoodud põhimõtteist, vaatleme lähemalt metallitööstuse harusid, mis omavad erilist tähtsust meie rahvamajanduse taastamise ja arendamise seisukohalt.

Seoses meie põlevkivitööstuse laialdase väljaarendamisega, tuleb eeskätt varustada vajalike seadmetega põlevkivikaevandusi; teisena tuleb varustada kõige vajalikuga utmistööstust. Sel alal on eesti metallitööstusel laialdasi ja osalt ainulaadseid kogemusi, mida tuleb kasutada täielikult.

Eesti NSV tööstus vajab jõumajanduse seadmeid: aurukatlaid, põlevkivikütte koldeid, tõmbeseadmeid, veepuhastusseadmeid, tuhaeemaldajaid, katla-abiseadmeid, aurumasinaid jne.

Vastavalt turbatoodangu mitmekordsele tõusule, tuleb plaanida ka turbatööstuse seadmete — elevaator- ja freesmasinate toodangu suurendamist.

Toiduainete tööstuse seadmeist tuleb valmistada destillatsiooniaparaate piiritusvabrikuile, jahuveskite seadmeid, valtsmasinaid, sõelu jne.

Selleks, et taastada Nõukogude Eesti linnu ja tehaseid, mis on vaenlase poolt purustatud ja hävitatud, tuleb otsustavalt asuda ehitustööde mehhaniseerimisele. Rahvamajanduse vajadused nõuavad lihtsamate ehitusmehhanismide tootmise organiseerimist kohapeal, nagu: kivipurustajad, ehitusvintsid, transportöörid, igasugused sild- ja pöördkraanad, liftid jne.

Seoses laialdase ehitustegevusega lasub metallitööstusel veel selle varustamine keskkütte radiaatorite ning katlaseadmetega, sanitaartehniliste seadeldiste ja tuletõrjeabinõudega.

Vaadeldes metallitööstuse ülesandeid põllutöömasinate tootmise seisukohalt, konstateerime, et meie põllumajandus vajab heinaniitjaid, viljakoristajaid, külvimasinaid, viljapeksu- ja sortimismasinaid, väetisekülvajaid, kartulivõtjaid, atru, vedruäkkeid jne. jne.

Ka põllumajandusmasinate remontimiseks peab loodama laialdane remonttöökodade võrk üle vabariigi.

Meie malmivalamistööstuse ülesandeks on toota pliidiplaate ja -rõngaid, ahjuuksi ning endiselt varustada tarbijaid malmkeedunõude — padade, pottide, pannidega jms.

Edasi meie jalgrattatööstus, mis seni on tegelnud peamiselt imporditavate üksikosade kokkumonteerimisega, tuleb perspektiivis välja arendada täiesti iseseisvaks tööstusharuks, mis suudaks katta meie vajaduse jalgrataste alal.

Peale kõigi loetletute on metallitööstusel täita veel tuhandeisse artikleisse ulatuv nomenklatuur igasuguste metallpisikaupade ja -laiatarbekaupade alal, nagu igasugused traadi ja naela liigid, ketid, hobuserauad, ukse- ja tabalukud, lihtsamad tööriistad — labidad, kirved, haamrid, tangid ning lõpuks mitmekesised köögitarbed, olgu noad, kahvlid, lusikad või tulesüütajad ja nööbid, mida inimesed vajavad oma igapäevaste kultuuriliste ja majapidamistarvete rahuldamiseks.

Viimasena mainitagu veel üht kõrge kvalifikatsiooniga tööjõudu ja vähe toormaterjali nõudvat metallitööstusharu, s. o. peen- ja täpsusmehaanikat, mille väljaarendamiseks meil on soodsaid võimalusi.

Juba praegu toodetakse meil arstiriistu, kaalusid, raadioaparaate jms.; laiemas ulatuses võiks iseseisva tehase rajamisega kõne alla tulla veel mitmesuguste büroomasinate (kirjutus- ja arvemasinate) või isegi kellade ning mitmesuguste mõõteriistade tootmine.

Ülalpoolöeldust selgub, kuivõrd laialdased ja vastutusrikkad on meie masinaehitus- ja metallitööstuse ülesanded. Masinaehitus — nagu väidab seltsimees Stalin — on rasketööstuse südamikuks. Sellepärast uus stalinlik viisaastak näeb ette selle tähtsaima tööstusharu hoogsat ja igakülgset kasvu.

Neil põhjusil Eesti NSV rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan näeb ette kiiret arenemistempot just masinaehitustööstusele. Viimane koondub peamiselt Tallinna piiridesse ja omandab seetõttu juhtiva koha Tallinna teiste tööstuste hulgas. [1]

Lasnamäe rajoonis endise «Dvigateli» vagunitehase maa-alale ehitatakse suur metallurgia- ja masinaehitustehas. See kombinaat hakkab varustama Eesti NSV rahvamajandust ehitusmehhanismidega, turbatööstuse ja teedeehituse masinatega, transportööridega, aurukateldega, radiaatoritega jne.

Peale kombinaadi Lasnamäe rajoonis ehitatakse veel teisigi tehaseid ja ettevõtteid.

Lisaks nendele uusehitustele on ette nähtud taastada, laiendada ja rekonstrueerida kümmekond masinaehitusettevõtet, nende hulgas masinaehitus «Ilmarine». Tehas hakkab tootma peamiselt põlevkivi- ja turbatööstuse seadmeid, tema toodang kasvab viisaastaku jooksul ca kolmekordseks.

Elektrimasinate tööstuse «Volta» toodang kasvab ligemale 8-kordseks; taastatakse ja ehitatakse välja elektriseadmete remonttehas nr. 16.

Viisaastaku vältel taastatakse täielikult M. Kalinini nimeline Tallinna Veduri- ja Vagunitehas; üsna ulatuslikult laiendatakse ka põllumajanduslike masinate tootmist. Selleks taastatakse ja laiendatakse järgmisi põllutöömasinate tehaseid: «Võit» ja «Edu» Tartus ning «Ader» Rakveres. Nende tehaste ülesandeks on hobustega veetavate põllutöömasinate ehitamise ning piimatalituste seadmete tootmise igakülgne suurendamine.

Suurkäitisena jätkatakse Tartus täpsusmehaanika-instrumentide vabriku ehitamist, Pärnus taastatakse mootoritehas «Eesti Mootor», taastatakse jalgrattatööstus jne.

---

[1] A. Karpov, Tähtsamad tööstuslikud ehitused Tallinnas neljandal stalinlikul viisaastakul. Tehnika kogumik 2, lk. 91. Tallinn 1946.

2. Raua ja malmi tootmise tehnoloogilisi protsesse.

Keemiliselt puhast rauda (Fe) looduses ei leidu. Kõige puhtamaks rauaks tuleb pidada nn. meteoriitrauda, mis peale Fe sisaldab ainult vähesel määral niklit (N), väävlit (S) jt. Kuid keemiliselt puhtal raual mingit tööstuslikku tähtsust ei ole, kuna ta on liiga pehme ja hapendub kergesti. Pealegi on tema tootmine kallis. Tehniliselt kõlblik raud peab sisaldama kasutusotstarbe kohaselt mangaani (Mn), räni (Si), kroomi (Cr) ja teisi lisandeid.

Rauda saadakse maapõues leiduvatest rauamaakidest. Maakide aherainetest vabastamine, s. o. rikastamine, algab juba kaevanduses; seda teostatakse sortimise, uhtumise, tuulutamise, floteerimisega jne.

Rauamaagi mõistega on seotud teatavad tingimused. Peale maagi küllaldase olemasolu ja rauasisalduse ei tohi rauamaagi koostises esineda ülemäära kahjulikke lisandeid, nagu väävlit, fosforit jt. Nii näit. meil õhukese kihina esinevat püriiti (FeS_2), mis mõnel juhul võib sisaldada kuni 42% rauda ja 46% väävlit, ei saa sellepärast nimetada rauamaagiks.

Metallurgia tooraineks on peamiselt rauda ja hapnikku sisaldavad maagid. Neist on tähtsamad alltoodud.

a) Magnetiit (magneet-rauamaak) — Fe_3O_4. See on väga tähtis rauamaak, mille rauasisaldus kõigub 60—70%. Tähtsamad leiukohad on NSV Liidus Uurali mägedes, Norras ja Rootsis.

b) Hematiit (punane rauamaak) Fe_2O_3. See nimetus on tingitud maagi punasest värvusest. Rauasisaldus 30—50%. Esineb NSV Liidus Ukrainas (Krivoi Rog), Hispaanias, P.-Norras, Rootsis jm.

c) Limoniit (pruun rauamaak) $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$. Rauasisaldus 20—50%. Kõige sagedamini esinev rauamaak. Leitakse suurtes kogustes NSV Liidus Uurali mägedes, Saksamaal, Soomes, Rootsis ja USA-s.

d) Sideriit (rauapagu) $FeCO_3$. Mangaanisisalduse tõttu on see väga hinnatav maak. Rauasisaldus kõigub temas ca 30—40%. Tähtsamad leiukohad on Austrias, Inglismaal, Ungaris ja P.-Ameerikas.

Nagu oli juba mainitud, esineb raud maakides peamiselt oksüüdidena, juhul aga, kui ta esineb sulfiidina või karbonaadina, teisendatakse viimaseid oksüüdideks, millede redutseerimine toimub C ja CO abil.

$Fe(OH)_3$

Taandamist toimetatakse kõrge t° juures, kütusena tarvitades eeskätt kivisöe-koksi, puusütt ja turbakoksi, mis annavad redutseerimiseks vajaliku süsiniku ja CO.

Kuna maagid sisaldavad mitmesuguseid aherained, siis nende sulatamiseks lisandatakse $CaCO_3$ või SiO_2, mille tagajärjel tekib nn. räbu, s. o. klaasitaoline sulatis, milles kõik kõrvalained ära sulavad. Räbu kaitseb rauda oksüdeerimise eest põlemisõhu mõjul; räbu sulamistäpp peab olema madalam raua omast.

Seda rauasulatamist toimetatakse kas nn. kõrgahjus või elektriahjus. Esimesel juhul soojuse allikana ja redutseeriva vahendina esineb koks, teisel juhul tarvitatakse kõrge t° saavutamiseks elektrit, kuna koksi aga kasutatakse ainult taandamisreaktsiooni teostamiseks.

K õ r g a h i (vt. joon. 68), milles toimub raua redutseerimise protsess, kujutab kuni 30 m kõrget ahju läbimõõduga kuni 8 m. Kõrgahi täidetakse kihtide viisi koksi ja maagiga, alumine koksikiht süüdatakse alt põlema ja kõrgahju jalalt surutakse sisse kuuma õhku. Koksi põlemisel tekkiv kuum gaas läbib üles tõustes koksi-maagikihte, kuumutab neid ja väljub ülalt, kuna ülemised kihid vajuvad pikkamisi allapoole.

Kõrgahjus toimuvad järgmised reaktsioonid: ahju alumises osas annab põlev koks süsihappegaasi (CO_2), mis tungides läbi koksi-maagikihtide muutub vingugaasiks:

$$C + CO_2 = 2CO.$$

Vingugaas (CO) taandab rauamaagist rauda: $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$. Taanduv raud vajudes allapoole ühineb ca 1800° C temperatuuri juures koksis sisalduva süsinikuga ja sulab toormalmiks. Toormalmi süsinikusisaldus on 2,3—5,0%.

Nõnda kõrgahju põhja kogunev sulametall lastakse kindlate vaheaegade järel ahju jalal asuvaist aukudest välja. Ahju täitmine ülalt toimub pidevalt ja eespoolkirjeldatud protsess kestab pidevalt, kuni ahi kord remonti vajab.

Kõrgahju protsessis peale raua redutseerimise toimuvad veel 1000—1500° C piirides ka teised reaktsioonid, näit.:

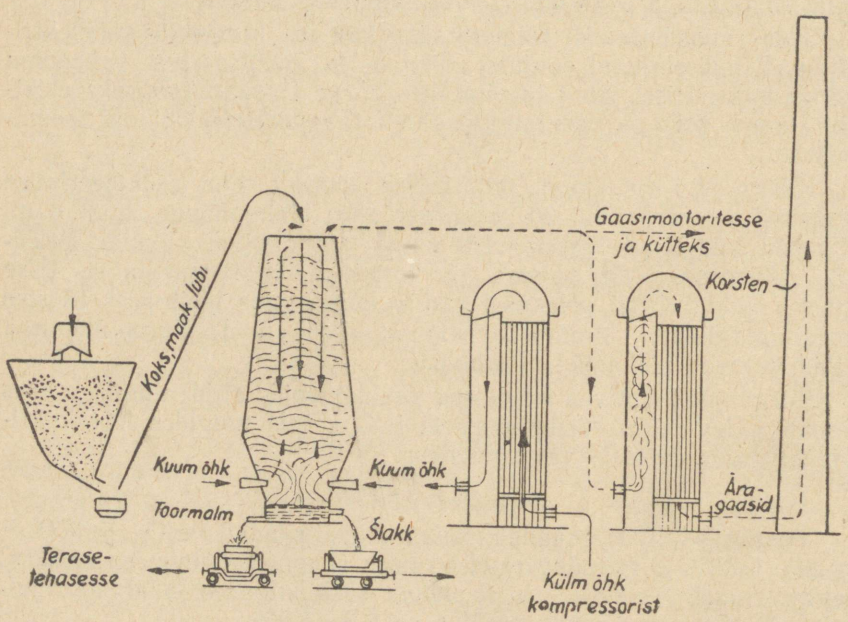
$$SiO_2 + 2C = Si + 2CO; \quad MnO_2 + 2C = Mn + 2CO;$$
$$P_2O_5 + 5C = 2P + 5CO \text{ jt.}$$

Nii ühineb malm sulatamisprotsessis veel räni, mangaani, fosforiga jne., mis annavad malmile vastavaid omadusi.

Maagi eelpuhastamisest hoolimata satuvad koos rauamaagiga kõrgahju igasugused aherained, nagu savi, lubi, graniit jt., mis

kõrgahju protsessis tekitavad räbu. Räbu lubjasisaldusel on väga suur tähtsus, kuna ta seob koksis ja maagis leiduva väävli. Sellepärast juhul, kui maagi loomulik lubjasisaldus osutub väikeseks, tuleb maagile eraldi lupja juurde lisada.

Kõrgahju räbu kasutatakse näit. tsemendi (vt. hüdraulilised lubjad!), ehituskivide, tänavasillutuse, räbuvilla (hea kõla ja soojust isoleeriv aine) jms. valmistamiseks.



Joon. 68. Kõrgahi.

Teise kõrgahju kõrvalsaadusena saadakse kõrgahjugaasi, mis sisaldab ohtralt vingugaasi (CO) ja omab sellepärast kütusena teatud väärtust. Teda kasutatakse kütusena erilistes gaasimootorites ning kõrgahju juhitava õhu eelsoojendamiseks.

Kõrgahjust võib saada kahesugust toormalmi, mida nende murdumispinna ja värvuse järgi nimetatakse valgeks või halliks malmiks. Valges malmis on süsinik rauaga keemiliselt seotud rauakarbiidi näol, kuna hallis malmis osa temas sisalduvast süsinikust on grafiidi näol, mis annab malmi murdepinnale tumedama värvuse. See struktuuri erinevus on tingitud osalt valutükkide jahutusviisist

— kiire jahutamine soodustab valge, aeglane jahutamine aga halli malmi tekkimist, osalt ka malmis leiduvaist lisaaineist.

Hall malm on süsiniku- ja ränirikas toormalm. Hallis toormalmis esinevad grafiiditerakesed lõhestavad selle siseehitust, sellepärast on selle malmi kõvadus väiksem, ta sulab 1050—1250° C juures. Sulas olekus on ta hästi vedel ja valatav.

Valge malm sisaldab vähem räni, kuid enam mangaani. Murdepinnalt valge malm on hõbehall; ta on kõva, kuid habras. Sulab 1000—1100° C juures.

Valget malmi tarvitatakse lisana malmi sulatamisel selles räni hulga vähendamiseks ja mangaanisisalduse suurendamiseks.

E l e k t r i k õ r g a h i. Põhierivus tavalise ja elektrilise kõrgahju vahel seisab selles, et esimesel kaetakse vajalik soojusetarvitus süsinikku sisaldavate kütteainete, nagu koksi, puusõe või antratsiidi põletamisega, kuna elektrikõrgahjus vajaliku soojuse tekitajaks on elektrienergia. Missugust menetlust on kasulikum rakendada, oleneb täiel määral koksi ja elektrienergia olemasolust ja omakulust ning on seega puhtmajanduslik probleem.

Elekter juhitakse ahju nelja kuni kuue süsielektroodi kaudu, maakide taandamiseks aga kasutatakse peamiselt puusütt või osaliselt ka koksi.

Oma liigse süsinikusisalduse tõttu malm on rabe, samuti leidub temas ebasoovitavaid lisandeid, nagu väävel, fosfor, räni jne., mis ei võimalda malmi mitmekülgset kasutamist. Seepärast toormalm töödeldakse teraseks. Toormalmi teraseks muutmine teostub süsiniku kõrvaldamisega oksüdeerimise teel, mida teostatakse õhuhapniku toimel erilistes ahjudes.

Märkimist väärib asjaolu, et praegu nimetatakse teraseks kõiki sepistatavaid ja tehniliseks otstarbeks kasutatavaid rauasorte, süsinikusisaldusega kuni 1,2%. Vanema jaotuse järgi aga terase tunnuseks loeti raua karastatavust, s. t. karastatavat rauda nimetati teraseks ja rauda, mida ei saanud karastada — rauaks. Empiiriliseks piiriks loeti 0,15%.

Uute terase sortide, nagu tööriista-, ehituse-, legeeritud jt. teraste tekkimisega ilmnes, et mõnigi teras, mis sisaldas süsinikku kaugelt üle 0,15%, ei olnud karastatav, samas aga mõned teised terase sordid oma lisandite tõttu (kroom, nikkel jt.) karastusid väga hästi ka väiksema C-sisalduse juures.

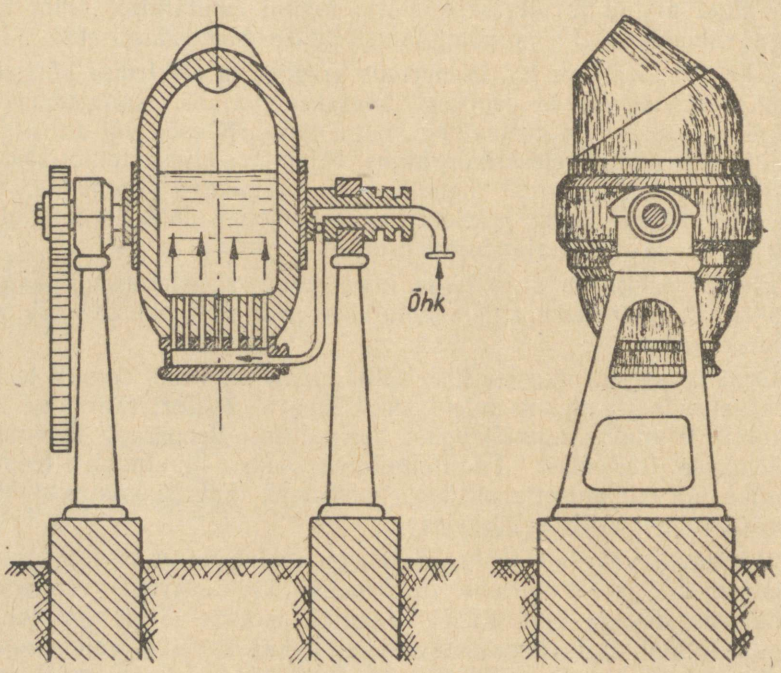
Seepärast tähendab «raud» eeskätt keemilist elementi (Fe), kuna tehnilist rauda nimetatakse eranditult teraseks.

3. Terase tootmine.

Nüüdsel ajal teostatakse terasevalu peamiselt järgmise nelja menetluse järgi.

a) Bessemeri protsess.

Bessemeri protsess kannab oma nimetust selle leiutaja Henry Bessemeri nime järgi ning võeti esmakordselt tarvitusele 1855. aastal.



Joon. 69. Bessemeri pirn.

Bessemeri menetluse läbiviimiseks tarvitatakse pirnikujulist seadet happelise voodriga, s. o. SiO_2 sisaldavast tulekindlast materjalist vähese savisisaldusega. Seda seadet nimetatakse ka konverteriks (vt. joon. 69).

Menetluse põhimõte seisab selles, et õhuhapniku toimel kõrvaldatakse sulamalmist kõik lisaained, nagu C, Mn, Si jt.

Tööprotsessis pirn täidetakse sula malmiga ning pirni põhjas asetsevaist aukudest puhutakse pirni sisemusse kõrge surve all õhku. Õhuhapniku mõjul lisaained põlevad kiiresti välja. Protsessiks vajalikku soojust saadakse lisaainete kui ka raua (Fe) põlemisel. Vajaliku lõpp-t° (1600° C) saamise seisukohalt erilist tähtsust omab Si, sest 1% ränisisaldusest jätkub temperatuuri tõstmiseks ca 200° C võrra.

Kuna teras peab sisaldama teatava hulga süsinikku, siis protsessi lõpul tekkiva FeO taandamiseks lisandatakse pirni puusütt, ferromangaani või peegelmalmi (eriti süsinikurikas malm).

Bessemeri pirni happeliste omadustega voodri tõttu malmis sisalduv fosfor ära ei põle. Kuna aga fosfor terases pole soovitav, siis Bessemeri protsessiks kasutatav malm ei tohi sisaldada fosforit üle 0,1%.

Praegusel ajal Bessemeri menetluse tähtsus on langenud paremate menetluste leiutamisega.

b) Thomase menetlus.

Thomase menetlust toimetatakse välimuselt samasuguses pirnis nagu Bessemeri protsessi puhulgi, kuid selle vahega, et pirni voodердis on aluseline (dolomiit).

Dolomiit ühinedes fosforhapendiga sünnitab nn. toomasräbu. Fosforit sisaldava räbu tekitamiseks lisatakse pirni veel kustutamata lupja.

Thomase menetluseks peab malm sisaldama kaunis suure hulga fosforit (kuni 2,0%); soojuse tekitajaks on siin fosfor, kusjuures lõpp-t° on ca 1500° C piirides.

Thomase menetlusega valmistatud teras on väga laialdaselt kasutatav, temast valmistatakse rööpaid, plekki, naelu, polte jne.

Thomase protsessi teostamine on Bessemeri omast raskem ning nõuab kogenenumaid töölisi.

c) Siemens-Martini menetlus.

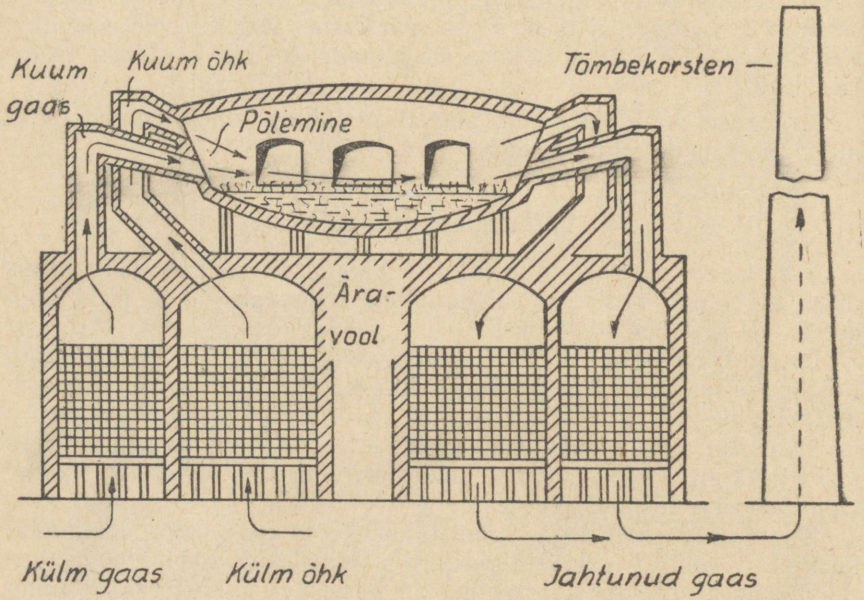
Siemens-Martini ahjud (vt. joon. 70) on köetavad generaatorigaasiga, mida toodetakse kivisöest erilistes gaasigeneraatorites; vahel kasutatakse selleks veel kõrgahju gaasi, mida juhitakse ahju läbi regeneraatorite. Ka ahju juhitavat õhku soojendatakse ette.

Siemens-Martini ahjuga saavutatakse kuni 1650° C temperatuur, mistõttu nendes ahjudes on võimalik sulatada ka kõrgeväär-

tuslikke, s. o. kroomi ja niklit sisaldavaid terasesorte. Ahju vooder võib olla kas happeline, nagu Bessemeri pirnil, või aluseline, nagu Thomase pirnil.

Selle menetluse korral hapniku kandjaks ei ole õhk, vaid suures enamuses ahju asetatav vanaraud või maak.

Siemens-Martini ahju tööprotsess on järgmine: 1) ahju asetatud metalli sulatamine ja tema t° tõstmine vajaliku kõrguseni, 2) lisaainete hapendamine, 3) metalli koostise viimine soovitavate vahekordadeni ja 4) tekkinud hapendite taandamine.



Joon. 70. Siemens-Martini ahi.

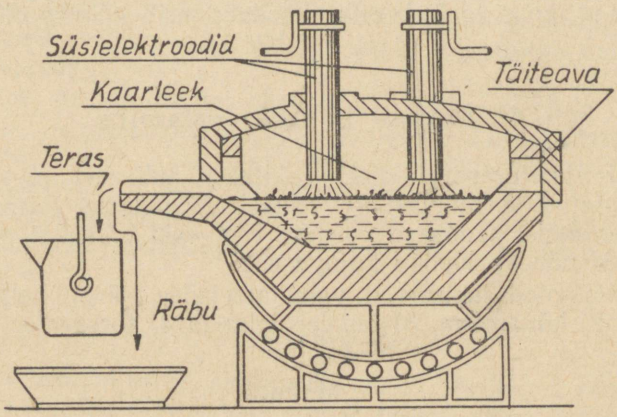
Selle protsessi paremuseks on, et ta võimaldab toorainete kasutamist nii kõvas kui ka vedelas olekus väga mitmesuguse koostisega toorainete korral ning tagab soovitava koostisega lõpp-produkti saamist.

Neil põhjustel Siemens-Martini menetlus on tänapäeval üks levinumaid ning ca 75—80% kogu maailma terase toodangust tuleb Siemens-Martini ahjudest.

d) Elektriahjud.

Elektriahjude võidukäik algas odava elektrienergia tootmisega. Elektriahjudes nn. elektriterase tootmiseks on konstrueeritud ja ehitatud väga mitmetüübilisi elektriahje, kuid kõigi nende ahjude juures kasutatakse elektrit ainuüksi vaid soojusallikana.

Enam kasutatavad on nn. kaartuleahjud (vt. joon. 71), kus madalapingelise ja suure tugevusega elektrivoolu abil tekitatakse elektrikaarleek suurte, jämedate süsielektroodide vahel või süsielektroodide ja sulatatava metalli vahel. Kaarleegi kõrge kuumus sulatab metalli, seejärel erimenetlustega eemaldatakse malmist kahjulikud lisandid.



Joon. 71. Elektri-kaartuleahi.

Kõrgema väärtusega teraseid sulatatakse väiksemais, nn. elektri-induktsiooniahjudes. Neis ahjudes sulatatav metall kujutab transformaatori sekundaarmähist, milles tekib soojus nagu igas elektrit juhtivas juhtmeski.

Tähtsamaks elektriahjude paremuseks võrreldes puhttermiliste ahjudega on soojendusviisi puhtus, kuna välisõhu ja lahkgaaside mõju on täiesti välja lülitatud. Elektriahjus t° tõuseb üle 2000° C, mis soodustab gaaside eraldumist; elektriahju menetlus lubab väävli eraldamist malmist sellisel määral, nagu üheski teises ahjus (kuni 0,001%).

Ahi ise võib olla igas soovitud suuruses, alates mõnest kg kuni sadade tonnideni. Elektriahju võib lülida igasse sobivasse elektri-

võrku. Väga hästi saab temas valmistada kõrgeväärtuslikke, nn. legeeritud teraseid.

Eespoolesitatud menetlusega saadud teraseid nimetatakse üldise nimetusega valuterasteks.

Nagu teada, sisaldab tehniline teras peale süsiniku (C) veel räni (Si), mangaani (Mn), fosforit (P) ja väävlit ning vähemal määral ka teisi lisandeid.

Kõige kardetavamaks ja soovimatumaks lisandiks terases loetakse väävlit, kuna ta teeb terase soojas olekus hapraks ja rabedaks. Head mõju terase füüsikalistele ja tehnoloogilistele omadustele avaldab räni, tõstes terase tugevust. Mangaan tõstab terase vetruvust ja ka kõvadust; fosfor, eriti suurtes kogustes, pole terases soovitav, kuna ta teeb selle rabedaks, eriti külmas olekus.

4. Malmi- ja terasevalamine.

Malmi- ja terasevalamisel valatakse tulivedel metall varem ettevalmistatud vormliivast või rauast vormidesse. Pärast valatud metalli jahtumist saadakse vormist veel vaid vähemal määral viimistlustööd nõudva lõpliku kujuga ese.

Valamistooted jagunevad valumaterjalide järgi nelja rühma: 1) malm, 2) kõvamalm, 3) tempermalm ja 4) terasvalu.

Malm.

Valutöödeks kasutatav malm on halli murdepinnaga, mille süsinikusisaldus kõigub ca 2,5—3,7% piirides.

Malmi tugevus on terase omast märksa madalam, tõmbetugevus aga on sedavõrd väike, et ta tegelikult üldse arvesse ei tule. Seevastu on malmi survetugevus eriti hea (nn. perliitmalm kuni 26 kg mm^2 kohta!).

Kõvamalm.

Kõvamalmi kasutatakse tugevastikuluvate masinate ja seadmete osade valmistamiseks. Kõvamalmi süsinikusisaldus on madal, tõmbetugevus väga väike.

Kõvamalmi valmistatakse sobiva koostisega malmvalami välispinna kiire jahutamisega. Kõvamalmi välispind on valge ning tema kõvadus on sedavõrd suur, et töötlemine osutub võimalikuks veel vaid lihvimise teel või eriliste ülikõvametallide abil.

Tempervalu.

Suure süsinikusisalduse tõttu on malm habras ega sobi otse kasutamiseks. Malmis süsiniku hulga vähendamiseks ja selle sitkuse, taotavuse ja sepistatavuse suurendamiseks võetakse ette nn. temperdamine. Temperdamiseks minev malm saadakse tavalisel malmivalamise viisil. Pärast valamist toored valatised pakitakse temperdamiseks suurtesse temperkastidesse koos liiva või kuumutamisel hapnikku eraldava rauamaagiga — hematiidiga (Fe_2O_3) — ning kuumutatakse neid mitme päeva jooksul.

Kõrge temperatuuri juures pakkimismaterjalist vabanev hapnik seob malmis oleva süsiniku, tekib süsihappegaas ja süsiniku hulk malmis väheneb. Pärast eelkirjeldatud protsessi muutub malm pehmeks ja taotavaks.

Tarvitades pakkimismaterjalina liiva (nn. ameerika tempervalu), süsinik ei põle täielikult ära ja malmi murdepinnale tekib must värvus. Teisel juhul aga, s. o. tarvitades hematiiti (nn. euroopa tempervalu), malmi murdepind jääb valgeks.

Tempervalust, mida toodavad ka meie tehased, valmistatakse suur arv põllutöömasinate, tööriistade, jalgrataste ja teiste sääraste esemete osasid.

Terasvalu.

Terasvalu iseloomustab suhteliselt madal süsiniku-, räni-, fosfori- ja väävlisisaldus. Terasvalu omab suurt sitkust ja tugevust. Valuterase valmistamine toimub Siemens-Martini ahjus, Bessemeri pirnis või elektriahjus.

Sageli parandatakse terasvalu keemilist koostist (legeeritakse) mangaani (Mn), kroomi (Cr) ja nikli (Ni) lisandamisega.

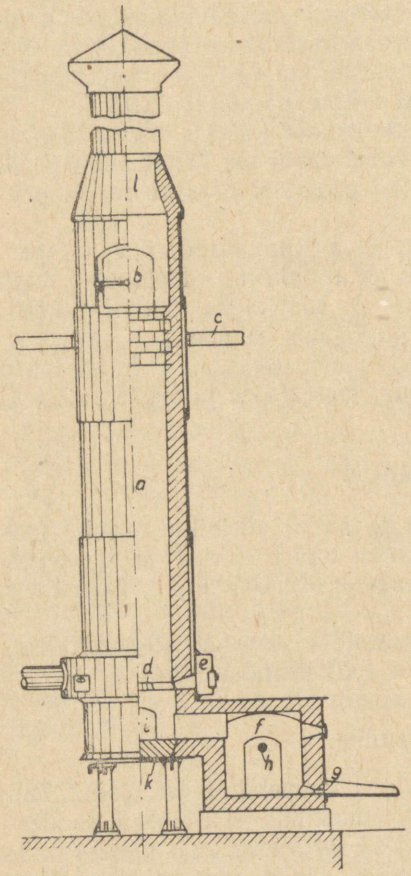
Malmi valamine.

Malmisulatusahjuna kasutatakse nn. kuppelahju (vt. joon. 72). Kuppelahi on kuni 6,5 m kõrge, seest tulekindlate kividega vooderdatud plekkahi. Kuppelahju alumine osa on varustatud plekist õhutoruga (*e*), kust suubub ahju sisemusse kaks või rohkem õhupihustit (*d*). Vajaliku põlemisõhu annab elektrimootori abil töötav ventilaator.

Kuppelahi täidetakse koksiga veidi üle õhupihustite joone, põhja asetatud põletuspuud süüdatakse põlema ning lastakse see põhjakoks hästi hõõguma minna. Seejärel täidetakse kuppelahi ülemises osas oleva täiteava (*b*) kaudu juba varem täiteplatvormil (*c*) val-

miskaalutud koksi- ja malmikogustega, kuni ahju kaevus (*a*) saab täis.

Vedelräbu tekkimise soodustamiseks lisatakse ahju vahetevahel vähemal hulgal paasi. Nüüd suletakse lahtiolnud pihustite välisklapid ja ventilaator lastakse käima. Õige pea hakkab malm sulama ning koguneb tilkadena ahju alumisse ossa, kuna räbu, kui erikaalult kergem, koguneb tema pinnale. Räbu lastakse aeg-ajalt vastava avause kaudu (*h*) välja. Kui kuppelahju põhja on kogunenud küllaldasel määral sulamalmi, siis lastakse see vastava avause (*g*) kaudu valamispotti.



Joon. 72. Kuppelahi: *a* — ahju kaevus; *b* — täiteava; *c* — täiteplatvorm; *d* — õhupihusti; *e* — õhutorustik; *f* — eelkolle; *g* — sula malmi väljalaskeavaus; *h* — avaus räbu väljalaskmiseks; *i* — avaus ahju kaevusse pääsemiseks; *k* — põhjaluuk; *l* — korsten.

Tööprotsessis ahju vahelduv täitmine koksi ja malmiga jätkub pidevalt, kuni kõik selleks korraks ettenähtud materjali hulk on ära sulatatud.

Töö lõpetamisel avatakse põhjaluuk (*k*) ning ahjust väljavalgunud hõõguv koks ning räbu ja malmi jäänused kustutatakse veejoaga.

Selliste kuppelahjude sulatamise võimsus on 1000—7000 kg malmi tunnis.

Terase valamine.

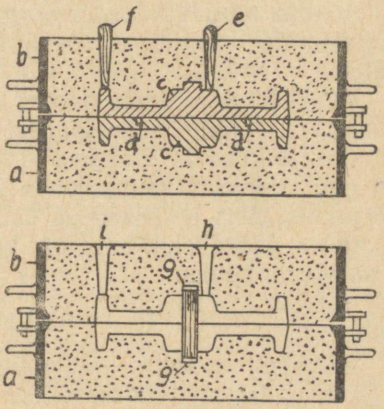
Terasevalamiseks kuppelahi ei sobi. Siin leiavad, nagu nimetatud, kasutamist väikesed 5—10 t mahutavusega Siemens-Martini ahjud, väikesed hapu vooderdusega konverterid ning väiksemamõõdulised elektriahjud.

Vormimine.

Valatiste õnnestumine oleneb suurel määral vormimismaterjalide ettevalmistusest ja õigest valikust. Põhimaterjaliks on teatavate kindlate omadustega vormliiv. Vormliiv peab olema kuumutuskindel, ta ei tohi terase või malmi valamistemperatuuri juures ise sulada, peab vormitud kuju kindlalt alal hoidma ning evima head gaasi läbilaske võimet.

Harva leidub liiva liike, mis korraga vastavad kõigile nõuetele, sellepärast kasutatakse mitmesuguste liiva liikide segamist.

Vastavalt segatud vormliiv valmistatakse vormimiseks hoolsa segamise, sõelumise ja paraja osa vee lisandamisega. Segule lisatakse tihti peeneksjahvatatud kivisöe tolmu, mis suurendab vormliiva gaasi läbilaske võimet ja väldib vormliiva terakeste külgepõlemist valatise pinnale.



Joon. 73. Hooratta vormimine: *a* ja *b* — vormkasti pooled; *c* ja *d* — mudel, *e* ja *f* — puupulgad valukanalite moodustamiseks, *g* — südamik, *h* ja *i* — valukanalid.

Suuremate keerulise kujuga esemete ja eriti terasvalu vormimiseks vormliiv ei sobi. Selle asemel kasutatakse suurema tulekindlusega vormmassi, mille koostisosadeks on rammus vormliiv, savi ja šamottjahu. Massi gaasiläbilaskevõime suurendamiseks lisatakse temale saepuru või muud kergestipõlevat ainet, mis hiljem vormi kuivatamisel välja põleb ja väikesi gaase läbilaskvaid kanaleid moodustab.

Valatistes õõnsuste moodustamiseks kasutatakse veel nn. südamikke. Sääraste südamikkude valmistamiseks segatakse puhas kvartsliiv sitke õliga, vormitakse ning põletatakse seda nii kõrge t° juures, et õli tõrvastuks ning liivaterakesed liituksid suure kõvadusega massiks. Sideainena tarvitatakse südamike valmistamisel veel dekstriini, rukkijahu jms.

Valuvormide valmistamine nõuab suurt oskust ja kujutlusvõimet. Vormimise mudelid valmistatakse kas puust või metallist ning enne tarvituselevõtmist kaetakse neid erilise kaitselakiga. Et

sulametall jahtumisel kahaneb, siis on valatis alati natuke väiksem kui mudel; seepärast tuleb juba algusest peale mudel valmistada kahanemismõõdu võrra suuremana.

Valatise puhastamine.

Pärast valatud vormkasti lõplikku jahtumist viimane tühjendatakse, valatis võetakse välja ning sellele järgneb valatud eseme puhastamine külgepõlenud vormliivast.

Valatisi puhastatakse harilikult tiirlevate terasharjadega. Suuremates tööstustes aga teostatakse seda mehaaniliselt nn. liivapritsidega. Liivapritsi töötamise põhimõtteks on, et liivajuga paisatakse 2—3 atm. suruõhu mõjul vastu puhastatavat eset. Liivapritsiga puhastamine on täiuslik, valutüki pind on lõpuks matilt läikiv ja puhas.

Kvartsliiva asemel, mis enne tarvituselevõtmist nõuab hoolsat kuivatamist ning puhastamisel osaliselt muutub tolmuks, kasutatakse veel kõva terasepuru.

Peale kirjeldatud mudelvormimist rakendatakse veel šablooniga vormimist, kus profileeritud šabloon pöörleb püsttelje ümber, moodustades pöördkeha, mis on vastavalt kas sisemiseks või välimiseks vormi osaks.

Erivalamisviise.

Erivalamisviisidest tähtsamad on tsentrifugaal- ja survevalu. Tsentrifugaalvalu kasutatakse peamiselt malmtorude valamisel. Vormiks on horisontaalne, kiiresti oma telje ümber tiirlev ja vesijahutusega varustatud eriterasest toru. Torusse lastakse renni kaudu voolata vedelat malmi, mis tsentrifugaaltungi mõjul surutakse vastu toru seina. Samaaegselt liigub terasvorm vankril edasi, ja lõppresultaadina saadakse ühtlase seinapaksusega ja hästi tihe malmtoru.

Survevalu all tuntakse menetlust, kus erilises masinas vedel metall suure surve all pressitakse puhtalt töödeldud terasvormi. Sel teel saadakse kiiresti üksteisele järgnevalt eriti puhta välispinnaga ja väga vähe mõõtudelt erinevaid valutükke.

Need valutükid ei nõua pärast väikese metalli sissejooksu kanali ja õige õrna valukraadi eraldamist tavaliselt enam mingit töötlemist.

Survevalu teel valmistatakse väga mitmesuguseid esemeid, alates lihtsamaist igapäevases elus vajalikest tarbeasjadest ja lõpetades keerukate lugejate mehhanismidega ja kaalukate suurte plahvatusmootorite osadega.

5. Legeeritud terased.

Erinevad kasutamise alad nõuavad ka vastavate omadustega terasesorte. Nii toodetakse näiteks nn. legeeritud teraseid, nagu tööriistade, kiirlõike-, ülikõvu, ehituse- jt. teraseid. Seda saavutatakse terase keemilisse koostisse vastavate lisandite, nagu Mn, Ni, Cr, Mo, V jt., sisseviimisega, mis annavad terasele nõutavaid omadusi. Selliselt vääristatud terasesorte nimetatakse legeeritud terasteks.

Tehnika arenemisega nõudmine metallide järele üha suureneb. Uute raudteevõrkude ehitamine, põllumajanduse mehhaniseerimine, kõikide tootmisalade elektrifitseerimine ja laiaulatusliku taastamis- ja ehituskava teostamine (raudbetoon, raudkonstruktsioonid jne.), riigikaitse vajadused jne. esitavad meie metallurgia tööstusele järjest suurenevaid nõudmisi.

Metallide tarvitamise arenemise tempost saame pildi, kui võrdleme NSV Liidu rahvamajanduse vajadusi malmi, terase ja valtsmetalli alal samade vajadustega tsaari-Venemaal, sellega sotsialistliku tööstuse ülesehituse ja industrialiseerimise ning neljanda stalinliku viisaastaku aastail.

Tabel 17.

Toodangu liik	Mõõtühik	1913	1929	1932	1937	1940	1950	Kasv %-des
Malm	milj. t	4,2	4,0	6,2	14,5	15,0	19,5	464
Teras	„ „	4,2	—	5,9	17,7	18,3	25,4	605
Valtsmetall . .	„ „	3,5	3,4	4,4	13,0	13,1	17,8	509

Nagu tabelist nähtub, on metallide tarvitamine NSV Liidus suurenenud stalinlike viisaastakute jooksul ca 5—6 korda. Pidevalt ilmuvad ikka uued terase sordid jne.

Selle suure metalli hulga vajaduse korral peab nende tarvitamine olema võimalikult ökonoomne, kusjuures tuleb silmas pidada järgmist:

1) metallide asendamist — kas või odavama metalliga,
2) kulutatava metalli säästu üksikesemete tootmisel,
3) metalli alalhoidu esemete hoidmisel ja kasutamisel.

Laialdased võimalused on veel metallide liitmisel: miks näit. teha treitera terves pikkuses kallist materjalist, kui tööprotsessis kasutatakse ainult selle üht osa, või miks teha mõningaid reservuaare (näit. keemiatööstuses) läbi vaskplekist, kui selle pealmine kiht võiks vabalt olla terasest jne.?

Üheks defitsiitseks metalliks on kiirlõiketerases sisalduv volfram. Teiseks defitsiitseks metalliks on nikkel (Ni). Sellepärast väga paljudel juhtudel asendatakse kroomnikkelteraseid kroom-vanaadium- ja kroom-molübdeenterastega. Piiratavaks metalliks on samuti veel inglistina (Sn). Väga suurel hulgal on asendatud vaske alumiiniumiga, näit. kööginõud, elektrijuhtmed jne.

Kiirlõiketeraste ja ülikõvade metallide tarvitamine annab väga suurt säästu masinatöö ajas, tõstab tööproduktiivsust ja toodangu mahtu. Nii näit. terase treimisel kiirlõike-terasega masinaaja sääst on kuni 40%, malmi treimisel ca 38% jne.

Ka kõvametallide tarvitamisel on suured eelised, nii näit. Moskva allmaaraudtee (metroo) ehitamisel on olnud palju takistusi kivihuntide (purustajate) hammaste defekteerumisest. Peale kõvametallist plaadi pealeliitmist töötas aga hunt samade hammastega kuni 10 korda kauem.

Lennukimootorite klapid, eriti kõrgrõhumootoritel, suudavad vastu pidada 75—100 lennutundi, mootori klappide kroomimisega võib aga nende vastupidavust suurendada üle 100% jne.

Vaatleme siinkohal tähtsamaid teraste liike.

Süsinik-tööriistaterased.

See terase sort leiab rohket kasutamist peamiselt tema odavuse tõttu võrreldes legeeritud terastega. Karastatult on tal võrdlemisi suur kõvadus, kuid nii peenesõmeralist struktuuri tal ei ole kunagi, kui sama C-sisaldusega legeeritud terastel.

Legeeritud tööriistaterased.

Legeeritud tööriistateraste tähtsamad lisandusmetallid on kroom (Cr) ja volfram (W).

Lisandatud terastele, kas üksikult või koos, moodustavad nad rea kõrgeväärtuslikke tööriistateraseid. Legeeritud Cr-terased annavad suurepärase lõikevõimega tööriistu. Peale selle Cr-terased leiavad kasutamist meislite, viilide, valtside ja muude tööriistade valmistamisel.

Cr ja W lisandamine ühes mangaaniga (Mn) annab terase, mis karastamisel äärmiselt vähe oma mõõte muudab, mida seepärast kasutatakse pikkade keermepuuride ja kaliibrite valmistamiseks.

Vanaadium (V) ja CrV-terased leiavad kasutamist lõiketööriistadena, nagu stantsid ja meislid. Oma mõjult vanaadium sarnleb väga kroomi ja volframiga. Vanaadium hoiab terase peenetera-lisena.

Nikkel koos kroomiga annab terasele väga häid mehaanilisi omadusi. Mn lisandamine teeb legeeritud tööriistaterased vähem tundlikuks soojusmõjude suhtes ja tõstab vastupidavust kulumisele.

Kiirlõiketerased.

Kõige sagedamini kasutatava kiirlõiketerase koostis on: C — 0,65—0,85%, Cr — 3,5—4,5%, W — 17—18%, V — 0,8—1,5%. Suurima mõjuga kiirlõiketerasele on W. Ta tõstab terase pehmenemise t° ja võimaldab sellega terade soojenemist ilma lõikeomaduste kahanemiseta. Cr tõstab terase kõvadust, samade omadustega on V. Viimasel ajal on hakatud kiirlõiketerastele lisandama ka koobaltit (Co), kuna see metall kergendab terase termilist töötlemist.

Konstruktsiooniterased.

Konstruktsiooniterasteks nimetatakse teraseid, mida tarvitatakse igasugusteks tehnilisteks otstarveteks, välja arvatud tööriistade valmistamiseks. Koostiselt jagunevad nad tavalisteks süsinik- ja legeeritud terasteks.

Legeeritud konstruktsiooniteraseid tarvitatakse üldiselt siis, kui konstruktsioonide mõõdete või kaalude juures süsinikteras ei osutu küllalt tugevaks või kus erilised tingimused nõuavad vastavate eriliste omadustega terasmaterjali kasutamist.

Legeeritud konstruktsiooniteraste peamisteks lisametallideks on nikkel (Ni) ja kroom (Cr).

Nikli sisaldus tõstab tugevasti terase sitkust ning selle mehaanilisi omadusi. Kroomi ja nikli koos lisandamisest tõusevad terase mehaanilised omadused veelgi. CrNi-terased on eriti vastupidavad põrutustele ja kulumisele.

Vedruterased.

Vedruterased on konstruktsiooniteraste eri liigiks. Lihtsamaid vedrusid, nagu vankri, luku jt. vedrusid valmistatakse enamasti harilikust süsinikterasest.

Kõrgemalt koormatud ja vastutusrikkamate vedrude valmistamisel (näit. lennukimootorite klapivedrud) süsinikterase keemilist koostist parandatakse teiste metallide lisandamisega. Vastutusrikaste vedruteraste koostisse kuuluvad näit. kroom (Cr) ja vanaadium (V). Väga hea vetruvuse annab terasele räni (Si) lisandus, mangaan (Mn) tõstab terase vastupidavust jne.

Ülikõvad sulamid.

Ülikõvad sulamid on kombinatsioonid metallidest ja nende karbiididest. Tüüpilised karbiidid on W_2C, TaC, Mo_2C, TiC, ZrC jt., mis oma kõvaduselt on lähedased teemandile. Kuna nende karbiidide sulatamine vähendab kõvadust, siis neid segatakse puhta metalliga ja pressitakse ning pärast kuumendatakse kokkupaakumiseni. Ülikõvu sulameid tuntakse viidia, titaniidi, pobediidi jt. nimede all.

6. Teraste omaduste termilised ja keemilised parandamisviisid.

a) Karastamine.

Terase karastamist teostatakse peamiselt süsinik-tööriistaterase juures. On teada, et terases süsinikusisalduse suurenemisega tema kõvadus ja vastupidavus suurenevad sitkuse ja venivuse arvel. Karastamine seisab terase soojendamises ja sellele järgnevas kiires jahutamises ning on rajatud terase sisemise struktuuri muutumisele.

Sellise menetlusega saavutatud kõvadus oleneb nii kuumutamise temperatuurist kui ka jahutamise kiirusest. Oluline on veel, et ese ei oleks ainult soojendatud, vaid ka teatud t° juures välja peetud, muidu on karta pragude tekkimist ja kõverdumist.

Karastamine koosneb alati kahest toimingust: kuumutamisest ja jahutamisest.

Kogu karastamise õnnestumine oleneb õigest kuumutamise temperatuurist, kuna igal terase sordil on isesugune nn. kriitiline temperatuur.

Karastamistemperatuuride mõõtmiseks tarvitatakse kas püromeetreid või otsustatakse karastusahjus valitseva t° üle terasepinnal soojendamisest tekkinud nn. hõõgvärvusest; nii näit. pruunikaspunane värvus vastab 650° C, kollakaspunane 900° C ja valge 1200° C.

Karastamiseks sobiva temperatuurini kuumutatud teras läheb karastusvedelikku. Jahutamiseks kasutatakse 30—40° C sooja vett, kuna päris järsult jahutatud teras on klaaskõva, rabe ning tööriistadeks kõlbmatu.

Jahutamise kiirendamiseks kasutatakse veel keedusoola, soodat, salmiaagi ja teisi lahuseid; seebivesi, masinaõli, glütseriin ja teised õlid aga aeglustavad jahutamist.

Karastatud tööriistu kasutatakse otse peale karastamist võrdlemisi harva. Põhjuseks on asjaolu, et karastatud teras omab tugevaid sisepingeid ja viimased võivad tekitada pragusid. Teiseks on karastatud teras liialt habras.

b) Noolutamine (järelelaskmine).

Noolutamine seisab karastatud eseme soojendamises 200—300° C-ni ja sellele järgnevas jahutamises. Ka mitmetunnine keetmine keevas vees on mitmel juhul kasulik, kui karastatud eseme karastuspingest vabastamise abinõu.

c) Tsementiitimine.

Masinaehituses tarvitatakse üksikosi, mis peavad omama küllaldast pinnakõvadust, et vastu pidada kulumisele ja hõõrumisele. Ka lihtsamad esemed, nagu toruvõtmed, kruvikeerajad, müüripuurid jne., vajavad kõva pealispinda, kuna südamik võib olla pehme, mis on mõnel juhul isegi soovitav.

Seda saavutatakse terase tsementiitimisega, mis seisab terase pinna teatava sügavuseni süsinikuga rikastamises. Karastamisel see pinnaline kiht saavutab suure kõvaduse, kuna eseme sisemus säilitab metalli esialgse sitkuse.

Lihtsaim tsementiitimine on järgmine: eset kuumutatakse kuni kollakaspunase värvuse ilmumiseni, riputatakse siis kollase veresoolaga [$K_4Fe(CN)_6$] üle ning jahutatakse vees. Seda menetlust võib korrata, millega saavutatakse paksem tsementiitimine.

Sügavamale ulatuvaks tsementiitimiseks kuumutatakse terast pikema aja jooksul (tundide viisi) kõrges temperatuuris kinnises anumas, kokkupuutel tsementiitiva pulbriga, mis võimaldab süsiniku ülekannet terasele.

Tsementiitimisvahenditeks on puusüsi, jahu, potas, sooda, kondisüsi jt. Häid tagajärgi annab ka segu puusõest ja süsihapubaariumist ($BaCO_3$). Tsementiitimist toimetatakse erilistes metallkastides. Tsementiitimisele kuuluvad esemed paigutatakse kasti ja kaetakse ääreni tsementiitimisvahenditeğa ning lõpuks savi abil hoolikalt kititud kaanega. Kastid peavad olema gaasikindlad.

Kuna tsementiitimisel tarvitatavad metallkastid peavad taluma kõrget t°, siis neid peab valmistatama mitteoksüdeeruvast metallist. Sellepärast võetakse kastide materjalina enamasti nikli- ja kroomirikkaid terase sorte, mis taluvad kõrgeid, kuni 1100° C ulatuvaid temperatuure.

Tsementiitimise temperatuur kõigub 850—900° C piirides. Kihi paksus, mis terasele tsementeerub, oleneb segust ja kuumutuse kestusest, näit.: segu 60% puusütt ja 40% soodat annab kahetunnise kuumutamise järel 1 mm paksuse, 4 tunni järel 1,5 ja 8 tunni järel 3 mm paksuse tsementiiditud kihi.

Pärast tsementiitimist kuumutatakse esemed uuesti ja lastakse jahtuda, mistõttu teras muutub peeneteraliseks. Pärast veelkordset kuumutamist ca 750—800° C-ni karastatakse tööeset vees või õlis ja teostatakse noolutamine.

Tsementiitimiseks kõlbavad ainult teatavad nn. tsementiiditavad terased, mida valmistatakse eriotstarbeks. Need on pehmed terase sordid, millede juures ei vajata suurt mehaanilist tugevust ega kardeta deformatsioone.

Kui aga on nõutav, et tsementiiditud esemed peaksid evima suurt pinnakõvadust, siis võetakse tsementiitimiseks nikkel-, kroomnikkel- või kroomnikkel-molübdeen-teraseid.

7. Terase töötlemine soojalt.

a) Käsi- ja masinsepistamine.

Valamisega antakse lõplik kuju vaid võrdlemisi väikesele osale valuterasest. Kaugelt suurem osa terase saadustest aga peab läbi tegema veel ümbervormimise ja töötlemise — sepistamise — vormpressimise ja valtsimise teel.

Sepistamine terase töötlemise põhivormina on üks vanimaid, isegi meie ajal üks levinenumaid käsitöö-alasid.

Käsi-sepistamise all mõistetakse töötüki töötlemist hõõgkuumas olekus vasara löökide abil. Töötüki kuumutamine toimub ääsil. Ääsil on malmist tulepesa, kuna leegi intensiivsemaks õhutamiseks on ventilaator või lõõts.

Töödeldavate hõõguvate esemete kinnihoidmiseks tarvitatakse suuri, nn. kuumraua-kruustange, liiga lühikeste sepistatavate esemete hoidmiseks aga kasutatakse kuumuse kaitseks nn. sepapihte.

Pealelöömine toimub eriliste raskete (kuni 8 kg) sepavasaratega. Hõõguvale terasele on võimalik vasarate abil igasugust kuju anda: õhemaks taguda, jämendada, painutada jne.

Uuemal ajal suurimates tööstustes toimub sepistamine mehaaniliselt, milleks kasutatakse peamiselt auruvasarat. Auruvasara töötamise põhimõtteks on, et püstsilindris liigub üles-alla kolb, mille vars lõpeb tugeva vasarataolise paksendiga. Kolb kogu vasaraga

tõstetakse aurujõul ning ta langeb siis oma raskusega või aurusurve abil alla.

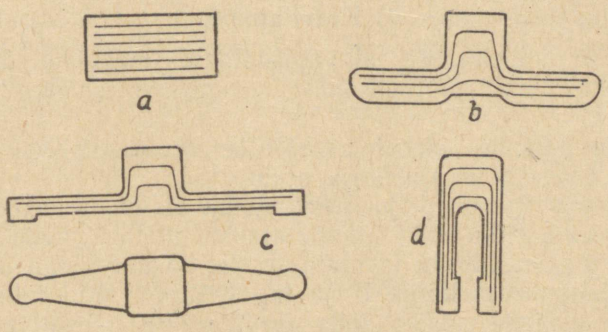
Auruvasara kõrval leiavad kasutamist veel kokkusurutud õhu jõul töötavad nn. õhuvasarad. Need vasarad vajavad väga tugevaid vundamente, peale selle aga vaatamata oma raskusele ei suuda säärane auru- või õhuvasar, eriti suurte sepiste puhul, neid põhjalikult läbi sõtkuda ning südamik jääb enamasti sõtkumata.

Sellepärast eriti suurte sepiste läbitöötamiseks tarvitatakse hüdraulilisi, väga rahulikult töötavaid sepapresse, survejõuga kuni 15 000 t ja isegi rohkem.

Neid presse tarvitatakse aga peamiselt terasetehastes suurte laevavõllide ja teiste raskete masinaosade sepistamisel, tavaline masinaehitus aga rahuldub enamasti mitut liiki auru- ja õhuvasaratega.

b) Vormpressimine.

Vormpressimine kujutab presside ja auruvasarate sepisetöö eri liiki. Kui tavalisel sepistamisel töödeldavale esemele antakse vaid ligikaudne kuju, siis sellel menetlusel kuumaksaetud teras surutakse täpsesse sepavormi, kusjuures edasine töötlemine on minimaalne või jääb hoopis ära.



Joon. 74. Pidurikahvli sepistamine.

Korralik vormi täitmine on siin aga võimalik ainult vastaval hoobilisel survel, muidu vormi jahutav mõju võib osutuda takistavaks teguriks.

Seda liiki tööde sooritamisel kasutatakse peamiselt langevasaraid ja nn. spindelpresse.

Sageli ei piisa vormpressimisel ainuühest võttest, siis tuleb rakendada mitut töökäiku. Nii näit. veduri pidurikahvli valmistuskäik on järgmine (vt. joon. 74). Algmaterjaliks on valtsteras (a), mille valtsimise suund, samuti ka kiud jooksevad joonte sihis. Pärast kahvli pea (b) moodustamist, harude (c) sepistamist ja neile lõpliku kuju andmist saadakse valmis ese (d), mille kiud ei ole katkestatud ning ka tugevus seega hästi ühtlane.

c) Valtsimine.

Sepistamise või pressimisega kujundatud töötükile antakse lõpuks otstarbekas kuju valtsimisega. Seda saavutatakse juhtides terasplokki kahe valtsi vahelt läbi, kusjuures ploki paksus väheneb, pikkus aga suureneb. Seda protsessi korrates ja töödeldavat eset vajaduse korral kuumutades, saadaksegi soovitud paksuses, laiuses ja vormis töötükk, s. o. kas latt, traat, plekk vms.

Tuleb silmas pidada, et kirjeldatud terase töötlemise ülesandeks on peale kujundamise teataval määral ka terase vääristamine. Nii näit. keevitusterase puhul surutakse toorterasest valtsimisega kõrge t° ja suure surve mõjul rohkesti räbu, valuteras aga muudetakse palju tihedamaks ning hangumisel paratamatult tekkivad õõnsused kas surutakse kokku või koguni keevitatakse.

d) Keevitamine.

Metallide keevitamise all mõistetakse metallide ühendamist, tihti aga ka metalli juurdelisamist surumis- või sulatamismeetodite abil.

Keevituse headus oleneb eeskätt keevitusmaterjalist ja -riistadest ning osaliselt ka keevitaja oskusest.

Keevitamisviise on palju, neist vanim on nn. sepakeevitus.

Sepakeevitusel kuumutatakse metalli tükid helevalge (1300° C) temperatuurini ja taotakse siis kokku. Seega on keevitamise algtingimuseks kõrge t° ja tugev surve, eriti tähtis on aga liidetavate kohtade puhtus. Seda saavutatakse eriliste rauaoksüüde lahustavate või taandavate vahenditega, milledest enam tarvitatavamad on ränihapend (kvartsliiv), booraks jms.

Teatavasti on raual suur tung hapnikuga ühinemiseks, seejuures kõrgel temperatuuril tekivad raua pinnale hapniku ühendid, nn. tagi, mis moodustab raua pinnal kihi ega võimalda keevituspindade metallilist kokkupuutumist.

Tagi kõrvaldamiseks riputatakse tugevasti kuumendatud raua pindadele keevitusaineid, nagu liiva või booraksit. Kõrges kuumu-

ses keevitusained sulavad ja katavad rauapinda sulavedela kihiga, milles kõik rauaoksüüdid lahustuvad. Asetades nüüd raua pinnad vastamisi ja surudes neid tugeva surve või haamrilöökide all kokku, pressitakse vedel keevitusaine välja ja metalliliselt puhtad raua pinnad saavad liituda.

Kõvemate teraste keevitamisel kasutatakse booraksi kõrval keevitusainena veel rauapuru, mille ülesandeks on süsinikusisalduse vähendamine keevitusõmbluses.

Keevitusõmbluse tugevus on ca 85—95% algmaterjali normaalsest tugevusest, katke pikenemine aga ainult 60—85% algkatke pikenemisest.

Mitte kõik terase sordid ei ole võrdselt hästi keevitatavad. Kõige paremini keevitatavad on madala süsinikusisaldusega (mitte üle 6,2%) materjalid.

Kaasajal ääsil keevitamine taandub üha rohkem elektrilise ja autogeenkeevituse eest, sest et viimased on käepärasemad ega raiska (ei põleta) nii palju materjali kui eelkirjeldatud sepakeevitus.

Autogeenkeevitus seisab kokkuliidetavate metalliosade pindade või servade sulamiseni viimises keevitusleegi abil, mille tagajärjel nad üksteisesse voolavad ja pärast sulamiskoha tardumist moodustavad ühtse terviku.

Autogeenkeevitusleegi toiteaine koosneb hapniku ja põlemisel kõrget kuumust andva gaasi segust — viimasena võib esineda valgustusgaas, vesinik (H), bensooli (C_6H_6) aur ja atsetüleen (C_2H_2). Enamkasutatav on viimane, tingituna tema käepärasusest ja temaga saavutatavast kõrge temperatuuriga leegist (kuni 3600° C)

Atsetüleen tekib vee kokkupuutel kaltsiumkarbiidiga (CaC_2):

$$\underset{\text{kaltsium-karbiid}}{CaC_2} + \underset{\text{vesi}}{2H_2O} = \underset{\text{atsetüleen}}{C_2H_2} + \underset{\text{kustutatud lubi}}{Ca(OH)_2}$$

Seejuures 1 kg karbiidi annab ca 310 liitrit gaasi.

Keevitustöödeks tarvilikku atsetüleengaasi valmistatakse kas keevituse kohal erilistes atsetüleeni tekitamise aparaatides või hangitakse vastavast tehasest, laetuna erilistesse teraspudelitesse.

Pudel-atsetüleeni kasutamisega välditakse keerukat atsetüleeni tootmise aparatuuri; pudelite tarvitamise heaks omaduseks on veel nende hõlpus ja kerge töökohale transportimine, mistõttu nad on eriti eelistatud, kuigi nendega töötamine on kallim.

Pudel-atsetüleen on atsetoonis ($CH_3 \cdot CO \cdot CH_3$) lahustatud atsetüleengaas.

Pudelid on terasest ja sisaldavad poorset ainet (puidusüsi jm.) ja atsetooni, millesse kõrge rõhu all pumbatakse atsetüleengaasi. Samuti turustatakse ka hapnikku teraspudelites suure surve all. Atsetüleen-keevitamine seisabki seega autogeenkeevituse seadise põletist atsetüleeni ja hapniku segunemisest tekkinud pika leegi keevituskohale juhtimises, mis oma kõrge temperatuuriga metalle üles sulatab.

Elekterkeevitamine. Elekterkeevitust, mida tuntakse ka juba üle 50 aasta, jaotatakse olenedes menetlusest kahte liiki: 1) elektrikaarkeevituseks ja 2) takistuskeevituseks.

1. Elektrikaarkeevitus põhineb nn. volta kaare — kahe süsielektroodi vahel elektrivoolu toimel tekkiva kaarekujulise leegi — kõrge temperatuuri (ca 4000°C) kasutamisel metallide sulatamiseks. On mitu moodust selliselt saavutatud kõrge temperatuuri rakendamiseks metallide keevitamisel. Tarvitatakse nii süsi- kui ka metallelektroode. Süsielektroodi kasutamisel annab lisametalli eriline täitevarras, nagu atsetüleen-keevitamiselgi. Metallelektrood aga sulab ise kaare kuumusest ja annab sel viisil täitemetalli. Täitemetallile vajalikke lisandeid võib sisaldada ka elektroodi kate.

Enamkasutatav on menetlus, kus elektrikaar tekitatakse keevitatava metalli ja metalltraadi (elektroodi) vahel, kusjuures nimetatud traatelektrood ka ise kaarleegis sulab, moodustades täitemetalli, keevituslisandi.

2. Takistuskeevitus. On teada, et elektrivool läbides juhtmeid soojendab neid seda rohkem, mida tugevam on pinge elektrijuhtmetes. Voolutugevust tõstes võib elektrit juhtivat materjali hõõguma ajada (näit. elektrilamp) või teda isegi sulatada (elektri kaitsekorgid ja -padrunid). Seega, mida suurema lõikepinnaga, s. o. mida jämedam on elektrit juhtiv materjal, seda tugevam peab olema elektrivool, selleks et sulatavat temperatuuri tekitada. Seda elektrivoolu omadust kasutataksegi elektriliseks takistuskeevituseks. Nii siis mõeldakse takistuskeevitamise all iga niisugust protsessi, kus elektrivool teatud takistuse ületamisel tekitab kohalikku kuumenemist.

Takistuskeevituse alla kuuluvad tömp- ehk tüvik-, punkt- ja joonkeevitus.

Tömp- ehk tüvikkeevitamist sooritatakse sel viisil, et surutakse kokkukeevitatavate esemete otsad hästi kokku ja lastakse neist läbi elektrivoolu, kuni jätkeotsad vajalikult kuumenevad. Selle järel liitekoht ühendatakse lõplikult ületagumise teel.

Punktkeevitamine seisab aga selles, et kaks metall-lehte surutakse kokku kahe metallelektroodi vahele ja lastakse nendest läbi

elektrivoolu. Lühikese aja järel metall-lehtede pinnad elektroodide vahel sulavad kokku.

Punktkeevitus on eriti kohane lühikeste keevituskohtade puhul, pikemate liitekohtade keevitamine aga osutub sel menetlusel kulukaks, mispärast viimasel juhul seda asendatakse nn. joonkeevitusega.

Joonkeevitamisel pulgakujulised elektroodid asendatakse kahe rulliga, millede vahelt keevitatavad karrad (pleki lehed) surve all läbi tõmmatakse, mille tagajärjel saadaksegi pikk ja ühtlane joonkeevitus.

Tömp- ehk tüvikkeevitust kasutatakse rasketööstuses, talateraste jne. kui ka masstootmisel pisiesemete ühendamisel ja on seni ENSV-s vähe tarvitatud.

Punktkeevitus leiab kasutamist karra- (pleki-), emaili- ja raadiotööstuses. Punktkeevitus on üks odavamaid, kiiremaid ja puhtamaid metallide ühendusviise; ta asendab tihti neetimist, kuna siin langeb ära aukude puurimise, stantsimise ja teiste operatsioonide vajadus.

Joonkeevitust tarvitatakse karratööstuses, autotööstuses, ta asendab kokkuvaltsimist, neetimist ja jootmist.

Viimase 15 aasta jooksul keevitamine on muutunud üheks metallitöötlemise tähtsamaks liigiks. Keevitamise abil saab valmistada uusi esemeid, parandada murdunud või kulunud osi kui ka katta neid väliskihiga.

Keevitamise suurimaks paremuseks on aga keevitatud esemete kaalu vähenemine. Keevitamisega saavutatav kaalu sääst on eriti tähtis näiteks lennukite ja autode valmistamisel. Ka näit. kaubavagunite konstruktsioonis võimaldab kõrgetugevuseliste teraste kokkukeevitamine vähendada taarakaalu ca 25% võrra; elektrimasinate ehitamisel keevitamine võimaldab kaalu vähenemist 25—30% võrreldes valatud konstruktsioonidega jne. Isegi kööginõude ja majatarvete, nagu torumööbli jms. valmistamisel ei pääse enam mööda keevitamisest.

e) Jootmine ja jooted.

Jootmiseks nimetatakse toimingut, kus metalle ühendatakse teineteisega sel teel, et nende vahele sulatatakse ja lastakse seal tarduda mõnda metalli või metalli sulamit, mis tardunult seob liidetavaid metalle. Siduvat metalli seejuures nimetatakse jooteks ehk joodiseks.

Tuntakse kahesugust jootmist: 1) kõva- ja 2) pehmejootmist. Vastavalt sellele jaotatakse ka jooteid. Kõvad jooted sulavad

500°—1000° C vahel, pehmejooted aga ca 300° C piirides. Kõvajootmist teostatakse tavaliselt kas ääsil või jootelambiga, kuna pehmejootmiseks kasutatakse nn. jootetõlvikut ehk jootekolbi.

Jootmisel on tähtis, et jootekoht oleks piinlikult puhas, et joote sulamise t° oleks madalam liidetavate metallide sulamise temperatuuridest ning et jootekohad hästi teineteisega sobiksid.

Joodetavaid pindu tuleb puhastada eeskätt rasvaollusest; vasest, uushõbedast ja terasest esemete puhastamist teostatakse peitsimisega. Peitsimine seisab joodetavate pindade pesemises lahjendatud soolhappega. Väiksemate ja sirgete pindade puhastamiseks jätkub ka lihtsast viilimisest või kaabitsemisest.

Kõvajootmist kasutatakse juhul, kui on vajalik joodetava koha võimalikult suurem tugevus, mis ei erineks joodetavate esemete teiste kohtade tugevusest.

Kõvajoodise koostiseks võetakse tavaliselt vaske, tsinki ja vahel ka hõbedat. Riistteraste, malmi ja tempervalu joodise koostisse kuuluvad veel nikkel ja tsink.

Kuna kõvajootmisel metallid on eriti kuumad, siis nende pindadele tekib oksüüdi kiht, mis ei võimalda joodetavate pindade metallilist ühinemist. Oksüüdi korra, nn. tagi tekkimise vältimiseks joodetavad pinnad kaetakse oksüüde lahustava ainega. Sellisena enam tarvitatav on booraks ($Na_2B_4O_7 + 10H_2O$).

Booraks niisutatakse vee või petrooleumiga ja asetatakse kohale, tihti aga segatakse ka joodis koos booraksiga pudruks ning sellisena kantakse joodetavaile pindadele. Kuumutamisel booraksist vabanev boorhape lõhub oksüüdi ja võimaldab seega pindade metallilist ühinemist joodise kaasabil.

Pehmejoode tuleb kasutamisele seal, kus töötükkide liitekoha tugevusele ei seata eriti suuri nõudeid. Jooteks on peamiselt plii (Pb) ja tina (Sn) sulam. Oksüüdidest puhtana hoidmise vahendina kasutatakse soolhappest ja tsingist valmistatud erilist jootmisvedelikku, pulbrilise kolofooniumi piirituselahust, erilisi jootmispastasid jne.

Ka pehmejoote korral hea jooteühenduse õnnestumine oleneb joodetavate pindade puhtusest ja nende täpsest sobimisest.

f) Gaaslõikamine.

Metallmaterjalide, peamiselt terase gaaslõikamise all mõistetakse töötüki läbilõikamist hapniku-atsetüleenleegi abil. Gaaslõikamist teostatakse metalli kuni süttimispunktini kuumendamisega eri-

kujulisest põletist juhitava soojendusleegi abil, millele järgneb tugev hapnikuvoog, kusjuures lõigatav materjal kohe sulab ja läbi põleb.

Kuna gaaslõikamisel on oluline materjali süttimine, siis ülalkirjeldatud menetlusega lasevad endid lõigata ainult need metallid, millede süttimispunkt on madalam sulamispunktist. Teras näit. süttib 1250—1350° C juures, sulab aga 1450° C juures ja on seega hästi lõigatav; malm, vask, pronks jt. on aga mittelõigatavad, kuna nende sulamispunkt on madalam süttimistemperatuurist.

8. Terase töötlemine külmalt.

Riistmasinatel töötlemine.

Masinaehituse arendamine on NSV Liidu tehnilise ja majandusliku sõltumatuse ning edasise tehnilise progressi aluseks.

Metallitöötlemisel kasutatavate tööstusmasinate kandvama osa moodustavad aga nn. laastueraldamise põhimõttele rajatud riistmasinad, nagu trei-, höövel-, frees- ja puurpingid. Sellepärast neljanda stalinliku viisaastaku plaan näeb ette NSV Liidus metallilõikamismasinate arvu suurendamist 1 300 000-ni, mis ületab umbes 30 protsendi võrra Ameerika Ühendriikide masinate arvu 1940. aastal.

Iga metallitöötlemisel kasutatav riistmasin ehk tööpink koosneb järgmistest peaosadest: 1) pingi kehast, mis kannab pingi liikuvaid osi ja on neile juhtteeks, 2) peaajamist — lõikekiiruse saavutamiseks ja töödeldava eseme või tera kandjaks, ja 3) abiajamist ettenihke-liikumise saamiseks, kusjuures ettenihe toimub alati risti lõikeliikumisele ja määrab laastu paksuse.

Lõikekiirus oleneb alati ajami poolt tekitatud ringliikumise iseloomust, s. o. tööpingi pöörete arvust. Hea pink peab võimaldama mitmesuguseid pöörete arve, millest on olenev majanduslikult kasulikem lõikekiirus.

Ajakohaste riistmasinate arenemiskäiku läbivad punase joonena kaks põhitaotlust:

1) tootmisjõudluse ja
2) töö headuse

tõstmine.

Tootmisjõudluse tõstmist saavutatakse lõikekiiruse suurendamisega, milleks on vaja senisest paremaid, s. o. paremast terasest valmistatud lõikeriistu. Töö headuse tõusu, s. o. suuremat täpsust ja puhtamat töötluspinda, aga saavutatakse tugevate võnkevabade

tööpinkide (riistmasinate) ehitamisega. Nii näit. kiirlõiketerase leiutamisega on tööpinkide tootmisjõudlus suurenenud ca 50 korda.

Tähtsamat mõju tera lõiketegevusele avaldab lõikenurk, s. o. nurk tera esikülje ja eseme pinna vahel. Ta määrab ära laastu kuju ja seega ka töödeldava pinna puhtuse. Mõjuandvateks teguriteks on veel teritusnurk, s. o. nurk tera esikülje ja tagakülje vahel, ja seadenurk, millest oleneb hõõrumise suurus töödeldava pinna ja lõiketera vahel.

Tera edasiliikumisel teostub laastu võtmine. Kumerpinnalt saadud laast on sile, õõnespinnalt hambuline, habraste materjalide puhul need elemendid aga eralduvad üksteisest puruna.

Kõige kindlamaks riistmasinate tootmisjõudluse suurendamise vahendiks on lõikekiiruse, ettenihke ja laastu paksuse suurendamine. Seda võimaldab aga ainuüksi hea lõiketera, sest lõikekiirusele ja laastu põiklõikepinna suurusele seab piiri lõiketera püsivus.

Lõikekiiruse suurendamise suurimaks takistuseks on lõikehõõrumine tera ja töödeldava pinna vahel. Hõõrumisest tekkiva kuumuse vältimiseks tuleb hoolitseda selle ärajuhtimise, s. o. jahutamise eest.

Jahutusvahenditena tarvitatakse seejuures vett, seebivett, õli, nõrka soodalahust jne.

Tavalised süsinik-tööriistaterased ei kannata lõiketöös suurt kuumenemist ning juba 150° C juures hakkavad pehmenema ja üle selle kuumenedes nürinevad ruttu.

Terase omadusi võib teatavasti tunduvalt parandada teiste metallide juurdelisamisel — sulamitena. Nii tuntakse näit. kroom-, vanaadium-, volfram-, kroomvanaadium- jt. teraste liike. Kõige otstarbekamateks lisanditeks aga osutuvad kroom ja volfram, mis ongi nn. kiirlõiketeraste koostise tähtsamaiks osisteks.

Kiirlõiketeras oma vähese süsinikusisalduse tõttu ei ole sugugi kõvem harilikust süsinik-tööriistaterasest, kuid kiirlõiketerasest valmistatud lõiketera võib lõigata veel 600°—700° C, s. o. tumepunase värvuse juures, mis võimaldab seega suurt lõikekiirust ja -kestust.

a) Treipingid.

Treimine on vanemaid ja tähtsuselt esirinnas püsivaid metallitööalasid. Treipink on läbi teinud rea arenemisastmeid, enne kui jõudis tänapäeva nn. revolverpingini või isetöötava automaadini. Treipingi arenemine aga ei ole loomulikult kõige sellega veel lõppenud, vaid kestab koos tehnika üldise arenemisega edasi.

Uuemal ajal on sirgjooneline edasi-tagasi tööliikumine asendatud ringjoonelise pealiikumisega, millega on välditud tagasikäik kui

tühikäik. Treipinkide teiseks iseloomustavaks jooneks on pidev ettenihe, mis võimaldab rahulikumat ja puhtamat tööd. Treipingid võimaldavad väga mitmekülgset töötamist ja moodustavad seega kõige universaalsemate töömasinate liigi. Sel põhjusel on olemas ka lugematu hulk treipinkide konstruktsioone, mida kasutatakse väga mitmesugusteks eriotstarveteks (pikitreimine, koonustreimine, kruvikeerme lõikamine, freesimine, lihvimine jne.).

Treimise põhimõte on aga jäänud ka kõige moodsamate tööpinkide juures samaks ning seisab selles, et töödeldav ese kinnitatakse treipinki kahe tugeva sentri vahele. Sentrite kaudu antakse esemele pöörlev liikumine ümber oma pikitelje, ning töödeldavale esemele surutakse paralleelselt selle teljega lõiketera.

Treimistööde praegune areng on suunatud ikka suurema ja suurema laastuhulga eraldusele teatud ajaühikus. See on aga võimalik ainult selleks väljaarendatud kõvametallist treitera puhul ning tugeva laastu korral tekkiva vibratsiooni mõjude vältimisel. Sellepärast ajakohane treipink peab evima tugevat sängi, stabiilselt liikuvat etteande-mehhanismi, nn. riistsaanistikku, ja suurtele kiirustele kohastatud ülekande-mehhanisme. Suurt rõhku on pandud ka treipinkide käsituse lihtsustamisele, millega on võimalik saavutada ca 40—50% tööaja säästu.

b) Freespingid.

Treimise kõrval on tähtsaimaks laastueralduse põhimõttele rajatud metallide töötlusviisiks freesimine.

Kuna treimisel töödeldav ese pöörleb ja treitera seisab paigal, siis freesimisel pöörleb mitmeteraline tööriist, nn. frees. Seejuures pääseb üksik lõiketera alles täispöörde järel uuesti lõikama ja töötlusese liigub freesile vastu.

Mitmeteralise tööriistana on freesil see paremus, et kuna üksik hammas on vaid lühikest aega lõiketöös, siis üheteraliste tööriistadega võrreldes on tal sama lõikekiiruse juures märksa suurem vastupidavus nürinemisele.

Allakriipsutamist väärib veel asjaolu, et freesile saab anda igasuguse kuju, mispärast ka keeruliste vormipindade korral freesimine ei tekita mingit raskust.

Olgugi et freesimine viimasel ajal on tunginud aladele, nagu keermelõikamine, mis varem kuulus ainuüksi treimisele, või siis asendab mitmeid hööveldustöid, jääb ta suurtest edusammudest hoolimata igaühele nimetatud töötlusviisidest siiski oma kindel tööpiirkond.

c) Höövelmasinad.

Vastandina trei- ja freespinkidele töötavad höövelmasinad sirgjoonelise edasi-tagasi pea- või tööliikumisega. Laastu lõikamiseks vajalik ettenihe on seejuures mitte pidev, vaid tõukeline.

Hööveldamise ja freesimise vahelise võistluse tõttu on hööveldamistöö ulatus tublisti tagasi läinud, kuid sellest hoolimata hööveldamine kui tööharu püsib endiselt. Höövlitera on nimelt võrdlemisi odav tööriist, freeside alghind kui ka korrashoid on märksa kallimad, mispärast lihtsakujulised freesid tasuvad end ainult seeriatööde puhul. Freesimine ei ole ka sobiv võrdlemisi õhukeste esemete töötlemiseks, kuna freesimisel tekivad võrdlemisi suured jõud ja tugev kuumus.

d) Puurmasinad.

Metallitöötlemisel kasutatakse enamasti nn. vertikaal-puurmasinaid, mille töövõll asub masina töölaua kohal püstloodis, ja tema otsa kinnitatakse tööriist — puur.

Puuri pea pöörlemine on iseloomustatav lõikekiirusega, kusjuures puuraugu suurema täpsuse saavutamise seisukohalt on tähtis täiesti külgsuruvabalt töötamine (näit. automootorite silindrite puurimisel).

Puurmasinate korralikul ja täpsel töötamisel on väga suur tähtsus, kuna ebatäpsetena puuritud puuraukudega võib valmistatava töötluseseme täiesti ära rikkuda.

e) Stantsid.

Õhemate töötlusesemete puurimise asemel kasutatakse tihti nende stantsimist. Stantsid töötavad kääride põhimõttel. Stantsitava augu või erikujulise lõike tegemine toimub stantsi liikuva osa, templi abil. Stantsi alust aga nimetatakse matriitsiks.

Stantsimine leiab laialdast kasutamist masstoodete valmistamisel, nagu näit.: noaterad, kellaosad, lihtsamad hammasrattad ning teised töö- ja tarberiistad ning -esemed.

Stantsitakse mitte ainult metall-, vaid ka nahk-, papp-, kummijt. esemeid.

f) Lihvimispingid.

Lihvimiseks nimetatakse eseme pinna täpset viimistlemist eriti peene udulaastu võtmisega (kuni 0,002 mm). Et seesugust laastu lõiketeraga võtta on võimatu, siis tarvitatakse selleks mitmesu-

guste mineraalainete pulbreid, millede kõvadus on suurem või vähemalt sama suur kui töötluseseme oma.

Lihvimise tööriistaks on käi. Käi koosneb käia teradest ja sidematerjalist. Käia iga tera töötab seni, kuni nürinemine jõuab sellise astmeni, et laastuvõtmiseks vajalik tung on suuteline seda tera sidematerjalist välja kiskuma.

Oma päritolult tuntakse looduslikke ja kunstlikke lihvimismaterjale.

Looduslikkudest lihvimisainetest on levinenum kvarts (SiO_2), mida kasutatakse liivakäiana tööriistade teritamisel. Kvartsi kõrval kasutatakse veel smirglit (Al_2O_3, Fe_2O_3 ja SiO_2 sisaldav mineraal) ja korundi (90—95% puhtusega Al_2O_3). Kõikide looduslike käiade puuduseks on aga nende ebaühtlane kulumine, mispärast kunstlikud lihvimisained on eelistatavamad.

Kunstlikud lihvimismaterjalid on kas kunstlik korund (Al_2O_3) või karborund (SiC), mida saadakse elektriahjus vastavaid aineid (kvartsliiva ja koksi) sulatades.

Sidematerjalidena tarvitatakse käiade valmistamisel savi, põllupagu ja kvartsi, mida segatakse, vormitakse, pressitakse ja põletatakse ca 1500° C juures. Suurema elastsuse saavutamiseks tarvitatakse sideainena šellakit, kummi ja bakeliiti.

9. Lukussepa- ja montaaztöö.

Metallide külmtöötlemise valdkonda kuulub veel lukussepatöö. Lukussepatöö kuulub käsitöö hulka, masinaid siin tarvitatakse võrdlemisi vähe, pearaskus aga lasub vastavate tööriistade käsitamise oskusel ja vilumusel.

Lukussepatööde ulatus on õige laialdane, kuna selle alla kuulub rohkesti mitmesuguseid erialasid ning harva leidub lukusseppa, kes kõigi ettetulevate töödega oleks ühteviisi vilunud ja saaks võistelda eritöödele spetsialiseerunud töölisega. Nii näit. ehitustööde lukussepp tuleb vaevalt toime masinate monteerimisega ja ümberpöördult. Kõige suuremat vilumust ja oskust aga nõutakse nn. instrumentaal-lukussepalt, kelle ülesandeks on tööriistade valmistamine ja nende korrastamine. Installatsiooni-lukussepa tööülesannete kompleks on aga seevastu palju lihtsam ning ei vaja nii suurt tööoskust, teadmisi jne.

Lukussepatöö kõikidel erialadel on aga kahtlemata vajalik vastavate algtöövõtete omandamine ja tööriistade meisterlik kasutamisoskus.

Masinaehitustööstuses kõikidest lukussepatöödest kõige suuremat tähtsust evib nn. montaaztöö. Montaaztööde all mõistetakse tavaliselt järgmisi tööprotsesse, nagu: masinate üksikosade kohaleasetamine, nende vastastikune kokkusobitamine, kõiki masinate ülesseadmisega seoses olevaid installatsioonitöid jne., kuni valmismasina vundamendile asetamiseni ja selle käivitamiseni.

Kuna montaaztöö on sisuliselt vaid masinaehitustööstuses valmistatud üksikute detailide kokkupanemine, siis see on võimalik ainult vastavate detailide, s. o. masina üksikosade standardmõõdete, s. o. nende äärmise täpsuse ja asendatavuse juures.

Suurte ja raskete masinate transportimisel esinevad raskused on põhjustanud, eriti viimasel ajal, isegi nn. montaažvabrikute ellukutsumist, millede ülesandeks on teistes tehastes ja vabrikutes valmistatavate masinate üksikosade kokkumonteerimine ja nende ekspluatatsiooniks ettevalmistamine.

10. Tööriistad ja tööriistademajandus.

Käitise töö häireteta kulgemiseks on tarvis tagada vajalikul hulgal ja nõutava kvaliteediga tööriistade saamist. Normitud tööriista valmistamine on erikäitise ülesanne, kuna need suudavad seda valmistada paremini ja odavamalt, eritööriistu aga tuleb valmistada sageli käitisel endal.

Tööriista kulu on olenev töödeldava materjali iseloomust, selle termilisest töötlemisest, tööriista konstruktsioonist, lõikekiirusest, lõikesügavusest jne. Seepärast on raske luua norme, mis haaraksid kõiki nimetatud tegureid. Käitisele vajalik tööriistade hulk aga koosneb igal juhul igapäevasest tööriista kulust ja alaliselt käigusolevast operatsioonifondist, vastavalt käitise tootmisplaanile. Siiski on tööriistade vajaduse täpne kindlakstegemine vahel päris raske, mistõttu sageli kasutatakse tegelikest kogemustest saadud tähelepanekuid.

Käitise tööriistamajanduse juhtimine peab olema koondatud ühte osakonda, mis allub käitise plaaniosakonnale. Selle osakonna ülesandeks on koos tootmisosakonnaga tehnoloogiliste protsesside kindlaksmääramine ja vastava tööriista valik. Tööriistade konstrueerimiseks ja nende valmistamiseks omas käitises peab olema ette nähtud eri sektsioon.

Normaalse tööriistamajanduse organiseerimise korral tööriistade põhivaru peab asuma käitise tööriistade kesklaos. See ladu

saab oma varud teistelt käitistelt või omast töökojast, arvestab neid varusid ning jälgib nende püsivust. Kesklaost tööriistad antakse käibelattu, mis on kesklao osakonnaks ja asub teritustöökoja läheduses. Käibeladu on tavaliselt ainult suuremates käitistes ja ta kujutab endast vahelüli kesklao ja töökodade ladude vahel. Selle lao ülesandeks on hoolitseda tööriistade teritamise ja parandamise eest. Käibeladu toimetab ka tööriistade jagamist üksikute töökodade vahel.

Töökodade laod, saades tööriistu käibelaost, toimetavad omakorda neid töökohale, korjates sealt ära kulunud ja kõlbmatuks muutunud tööriistad.

Sellise tööriistamajanduse organisatsiooni juures koosneb kogu antud tüüpi tööriistade varu käitises tööriistadest töökohal, töökojalaos, käibelaos ja kesklaos.

Töökoht peab olema varustatud vajalike tööriistade täiskomplektiga, mis tagab tootmisprotsessi häireteta kulgemist.

Töökojaladu peab olema suuteline varustama tööriistadega kõiki töökohti, vahetades tööpäeva jooksul kõik nürinenud ja kõlbmatuks muutunud tööriistad uute vastu. Seepärast, olenevalt tehnoloogilise protsessi iseloomust, töökojalao varud peavad vastama ca seitsmepäevase väljaandmise vajadustele. Kesklao tagavarad aga peavad vastama 1 kuni 6 kuu vajadustele.

Õige tööriistamajanduse organiseerimise korral tööriistade teritamine peab olema tsentraliseeritud. Tsentraliseeritud teritamise paremus seisab selles, et siis on võimalik selleks tööks rakendada kvalifitseeritud töölisi, mistõttu teritamine on reeglipärane, tööriista kasutav tööline ei ole omas töös häiritud ja on kergem kasutamisele võtta kõvametallsulamitest lõiketeri, kuna siin just on teritamine vastutavam tööriista korrashoiu operatsioon. Oluline on tsentraliseeritud teritamise korral nürinenud tööriistade õigeaegne töölt kõrvaldamine, kvaliteetne teritamine ja õigeaegne töösse tagasijuhtimine. Tööriista teritamise töökoda peab olema varustatud kõigi teritamiseks ja kontrolliks vajalike seadmetega.

Tsentraliseeritud tööriistade teritamine on üheks tähtsamaks käitise tööprotsessi ratsionaliseerimise vahendiks.

X peatükk.

TOIDU- JA MAITSEAINETETÖÖSTUS.

1. Toidu- ja maitseainetest üldse.

Elu alalhoidmiseks vajab inimene kolme liiki aineid: hapnikku, vett ja toiteaineid.

Toiteaineiks nimetatakse kõigis toiduainetes sisalduvaid valke, süsivesikuid ja rasvu. Peale selle vajab inimese organism veel vähesel määral mitmesuguseid soolasid ning ainevahetuse reguleerimiseks eriaineid, nn. vitamiine ning maitseaineid.

Toiduained koosnevad toitmiseks vajalikest seeditavaist aineist — toiteaineist ning seedimatuist lisandeist (vesi, tselluloos jne.). Üldse kuuluvad toiteainete hulka süsivesikud, valgud ja rasv. Toiduaineis peaks loomulikult olema üks osa rasva, kaks osa valku ja kümme osa süsivesikuid. Loomariigist saadavatel toiduainetel on seeditavus ca 90%, rasval ca 70%, taimetoitudel samuti 70%, valkudel ja süsivesikutel 90%, segatoitude valkainetel ca 70%.

Valkaineid saadakse mitmesuguseist toiduaineist: kaunviljadest, lihast, munadest ja piimast. Süsivesikuid saadakse teraviljast, kartulist, piimast, marjadest, õuntest jne. Üldse saab taimeriigi toiduaineist rohkem süsivesikuid, loomariigi toiduaineil on aga ülekaal valgul ja rasval. Üht toiduprodukti võib asendada ka teisega, loomulikum on aga tarvitada segatoitu.

Süsivesikud ja rasvained koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Valgus seltsib nendele elementidele olulise koostisosana veel lämmastik.

Süsivesikute alla kuuluvad kõik suhkrud, dekstriin, tärklis ja tselluloos.

Et toit võiks täita kõiki meie organismi nõudeid, peab see peale orgaaniliste ja anorgaaniliste ainete sisaldama veel, olgugi äärmiselt vähesel määral, teatavaid aineid, mille tähendus on selgunud alles viimaseil aastakümneil. Need on vitamiinid.

Vitamiinid on organismile tingimata tarvilikud. Vitamiine on viis liiki. Kõrges temperatuuris kaotavad nad oma intensiivsuse või hävivad täiesti.

A-vitamiine leidub peamiselt piimas, munakollases, taimede rohelistes osades, kalarasvas, aedviljades. A-vitamiinide vähesus põhjustab nägemishäireid. B-vitamiine leidub peamiselt pärmis, teraviljades, sibulas, spinatis jne. B-vitamiinide vähesus põhjustab häireid ergukavas. C-vitamiine leidub viljaterade idudes, kõigis värskeis taimedes, värskes aed- ja puuviljas ning piimas. C-vitamiinide vähesus või alatine konservide tarvitamine kutsub esile skorbuudihaiguse ja üldise kehanõrkuse. D-vitamiine leidub kalamaksaõlis, tomatis, pähklites, spinatis, apelsinis, banaanis jt. D-vitamiini puudumine tekitab kondihaigust, eriti nn. inglishaigust. E-vitamiine leidub puuviljades, õuntes, piimas ja teraviljades, millede tarvitamisega välditakse luuhaigust.

Vitamiinide õrn ehitus ei ole võimaldanud neid keemiliselt lahutada, kuna nad lagunevad enne, kaotades oma esialgsed omadused. Uuemal ajal on siiski mõningad vitamiinid isoleeritud ja nende koostis selgitatud. Põhjamaades, kus päikesepaistet on vähe, sisaldavad toiduained vitamiine üldiselt vähem.

Maitseained sageli ei sisalda toiteaineid, nad ergutavad aga mahlanäärmete tegevust ja seedimist. Siia kuuluvad eeskätt vürtsid, nagu köömned, pipar, vanill, sinep, loorberilehed jms. Maitseainete hulka kuuluvad veel paljud narkootilised ained ja vahendid, näiteks tee, kohv, kakao, tubakas, oopium jt.

Söödud toiduained muutuvad seedimisel maos ja sooltes lihtsamaiks lahustunud keemilisiks ühendeiks, mis imbuvad sealt verre, kanduvad mööda keha laiali ja pääsevad peente veresoonte seinte läbi keharakke ümbritsevasse keskkonda. Siin toimub ainevahetus. Rakud omandavad nõutaval hulgal vajalikke aineid ning muudavad need eneste sees keemiliselt keerulisemaiks ühendeiks, millest üks osa läheb rakkude eneste ehitamiseks, teine osa aga lammutatakse jällegi lihtsamaiks aineiks, mille puhul vabaneb rakkude talitlusteks vajatav energia. Ülearused jäänused heidetakse rakkudest välja ning toimetatakse verega edasi organismist kõrvaldamiseks.

Mainitud lammutamine lihtsamaiks aineiks ehk dissimilatsioon teostub hapnikuga ühinemisel, s. o. «põlemisel».

Põletades samu toiduaineid kuivatatult, väljaspool inimkeha, muutub kõik neis leiduv energia soojuseks, mida mõõdetakse kaloritega. Seega näitab kalor energia hulka ja ühtlasi ka toiteväärtust, mida maksimaalselt on võimalik saada teatavalt toite- ja toiduainelt.

Oma keha normaalsoojuse (36,5° C) alalhoidmiseks peab keskmine inimene päevas tarvitama ca 2500 Kcal. Töötav inimene tarvitab vastavalt rohkem.

Soojal maal inimesed tarvitavad kaloreid üldiselt vähem, kuna neid ümbritsev välisõhk on seal soojem, mistõttu keha soojuse kiirgamine on väiksem. Sellest selgub, et põhjamaalane vajab rohkem kaloreid, s. o. kaloriterikkaid toiduaineid, eriti rasva.

2. Leivatööstus.

a) Leivavalmistamise tehnoloogilisi protsesse.

Rohkesti süsivesikuid (tärklist) saab organism leivast. Leiva tähtsus seisab veel selles, et ta soodustab seedimist. Sellest tingituna on leib alati olnud töötava rahva peatoiduaineks.

Leiba valmistatakse peamiselt rukki ja nisu terveist teradest või nende jahust. Odra, kaera, maisi jt. teraviljade osatähtsus leivaküpsetamise toorainena on märksa väiksem.

Leivavalmistamise lisatoorainetena tarvitatakse vett, pärme või teisi taina kergitajaid, soola, harvemini suhkrut, piima, mune, köömneid, mooni jt. vürtse.

Jahu on üldiselt väga nõrk soojusjuht, sellepärast taina kääramiseks nõutava temperatuuri saamiseks ei tohi tarvitada taina valmistamisel külma jahu. Taina valmistamiseks kõlblikuks loetakse jahu, mille temperatuur on vähemalt 12° C.

Leiva valmistamise tehnoloogiline protsess koosneb mitmest astmest:

lähteainete ettevalmistamine ja doseerimine,
taina sõtkumine ja kergitamine,
taina vormimine,
taina küpsetamine,
küpsetatud leiva jahutamine ja pakkimine.

Lähteainete ettevalmistamine seisab peamiselt jahu sõelumises, mille eesmärgiks on selle vabastamine mitmesugustest lisanditest ning värske õhuga küllastamine. Viimane on eriti tähtis, kuna ta soodustab taina kerkimist.

Jahu sõelumisele järgneb tavaliselt selle ja teiste toorainete kaalumine, s. o. doseerimine, mida toimetatakse üksikute jahusortide analüüsidega kindlaks tehtud omaduste põhjal koostatud retseptide järgi. Mitmest jahusordist leivavalmistamine tagab valmistoodete püsivat kvaliteeti ja leiab leivatööstustes laialdast tarvitamist.

Jahu sõelumist toimetatakse vastavate keerlevate kaldsõelte abil.

Taina valmistamine seisab jahu veega segamises ja teiste koostisainete, nagu soola, pärmide, või jms. lisamises.

Taina valmistamise viise on palju ja sellest olenevad valmisleiva omadused. Tavaliselt valmistatakse esialgu nn. eeltainas. Eeltainasse segatakse ca 50% leivavalmistamiseks võetavast jahust, ca 75% vett ning täies koguses pärmi. Soola lisatakse hiljem, kuna see takistab pärmiseente tegevust.

Eeltainas lastakse käärida ca 4—6 tundi 25—30° C juures. Seejärel lisatakse eeltainale ülejäänud jahu ja vee kogus, soola, soovi korral võid, piima jms.

Rukkileiva valmistamise koostisainete omavaheline suhe on umbes järgmine:

	Kokku:	Sellest: Eeltainasse	Tainasse
Jahu	100	60—50	40—50
Vett	65	40—45	25—20
Pärmi	0,75	0,75	—
Soola	1,5	—	1,5

Eeltaina valmistamine ei ole paratamatu, kuid ta säästab pärmi 50% kuni 60%.

Taina valmistamiseks vajalik veehulk on samuti kõikuv, olenedes jahu veeimavusvõimest, ning määratakse kindlaks leivatööstuste laboratooriumides. Rukki-vormleiva valmistamisel näiteks võetakse meil ENSV-s kolm osa vett nelja osa jahu kohta (75 l vett 100 kg jahu kohta). Jahu keskmiseks niiskussisalduseks loetakse 16%. Suurema niiskussisalduse puhul tuleb vee hulka vastavalt vähendada, ja vastupidi.

Kartulilisandiga leivale tuleb taina valmistamisel kartul arvata 1 jahuosaks ja 2,4 veeosaks.

Taina sõtkumist toimetatakse mehaaniliselt 5—8 min. jooksul ca 30° C juures. Selle t° saavutamiseks taina valmistamiseks võetav vesi soojendatakse 45—60° C. Kuumemat vett tarvitada ei saa, kuna siis on karta jahu kliisterdumist.

Rukkileiva kergitamiseks kasutatakse tavaliselt nn. juuretist, s. o. eelmisest leivavalmistamisest jäänud tainast, nisupüülileiva ehk saia valmistamiseks aga pärmi.

Pärmid (Saccharomycetes) on väikesed, üheraksed pungseened. Kasvamiseks nad vajavad teatavaid tingimusi, milledest nad kiiresti paljunevad pungumise teel. Pärme, millede kultuuridest valmista-

takse ka leivapärmi, tuntakse üle 50 liigi. Üldse on seni kindlaks tehtud mitu tuhat pärmide perekonda ja rassi. Kõiki pärme, mida kasutatakse tehnilisteks otstarveteks, näit. õlle, piirituse, keefiri jne. valmistamiseks, nimetatakse «kultuurpärmideks», kuna kõik teised arvatakse metsikute pärmide hulka.

Pärmiseente kasvule on eeskätt mõõduandev toite-keskkonna koostis ja temperatuur; kõik pärmiseened eelistavad toitekeskkonnas happelist reaktsiooni ja paljunevad hästi ainult hapniku juuresolekul.

Leivapärmid on tuntud ainult kultuurpärmina.

Puhtkultuuri saamiseks pärmirakuke isoleeritakse, võimaldatakse talle soodsaid kasvamis- ja arenemistingimusi ning hoitakse teda infektsiooni võimalustest väljastpoolt.

Leiva ja saia tegemiseks tarvitatavate nn. presspärmide valmistamise põhiprintsiibiks on pärmide kasvatamine optimaalseis tingimusis.

Söötme valmistamiseks tarvitatakse linnaseid, maisi, rukkeid ja ammooniumsooli. Toorained keedetakse ning suhkrustatakse võimalikult madalal temperatuuril. Seejärel käärimistõrtesse lisandatakse puhast pärmikultuuri. Kuna aga pärmid paljunevad kõige paremini rikkaliku õhuhapniku juuresolekul, siis surutakse perioodiliselt meskist läbi filtritud õhku. Kasvatamist teostatakse mitme viisi järgi ja ta kestab 8—36 tunnini. Käärimisprotsessis pärm sadestub tõrre põhja. Pärmi eraldamist jahutatud meskist toimetatakse separaatoritega ning siis filterpresside abil. Kõvema konsistentsiga pärmi saamiseks segatakse ta puhta kartulitärklisega ja pressitakse 100, 250 ja 500 g raskusiks tükkideks, mis pakitakse parafiin- või pärgamentpaberisse.

Hea pärm ei tohi enne 40 tundi 35° C juures seistes vedelaks minna ja tema kergitusvõime 80 min. jooksul olgu vähemalt 7 sm; värvuselt peab ta olema helekollane või hallikas, tiheda konsistentsiga, mati pinnaga ja meeldiva värske lõhnaga.

Pärmide tarvitamine kergitamisainena põhineb sellel asjaolul, et nad sisaldavad entsüüme tsümaasi, invertaasi jt., mis tekitavad käärimist.

Käärimisprotsessis jahus leiduva fermendi amülaasi toimel tärklis $[(C_6H_{10}O_5) \cdot n]$ käärib maltoosiks ja siis viinamarjasuhkruks ehk glükoosiks. Pärmiseente mõjul aga glükoos käärib edasi süsihappegaasiks ja etüülpirituseks:

$$\underset{\text{glükoos}}{C_6H_{12}O_6} = \underset{\substack{\text{süsi-}\\\text{happe-}\\\text{gaas}}}{2CO_2} + \underset{\substack{\text{etüülpii-}\\\text{ritus}}}{2C_2H_5OH}.$$

Piimhappe bakterid, mis satuvad tainasse kas õhust, juuretisega või pärmidega, lõhustavad aga suhkrut (glükoosi) piimhappeks:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3.$$

Piimhappe tekkimisel on väga suur tähtsus, kuna ta hävitab õhust, jahust ja veest tainasse sattuvaid kahjulikke mikroorganisme ning annab küpsetatud leivale eriliselt meeldiva maitse.

Süsihappegaasi toimel tainas hakkab kerkima, kuid CO_2 ja piirituse tainasse kogunemisega pärmiseente kasv jääb aeglasemaks, kuna aga üle 10% piirituse sisalduse korral tainas pärmiseened enam areneda ei saa ning hävivad. Sellepärast pärmide elutegevuse tõstmiseks võetakse ette teistkordne taina sõtkumine ning värske õhu mõjul käärimisprotsess muutub jälle intensiivsemaks.

Taina käärimise ajaks on 1—1,5 tundi. Vormileiva valmistamisel aga lastakse tainal käärida enne tainasegastis umbes pool tundi ja siis veel vormides ca 30 min. jooksul 25—30° C juures.

Taina kerkimisvõime suurendamiseks ja leiva poorsuse soodustamiseks võib peale pärmide tarvitada ka teisi vahendeid, näit. küpsetuspulbreid, taina küllastamist süsihappegaasiga rõhu all jms.

NSV Liidu leivatööstuses aga kasutatakse peamiselt taina bioloogilist kergitamisviisi, s. o. presspärme, mida valmistavad pärmivabrikud.

Küpsetuspulbreid kasutatakse rohkem kondiitrisaaduste, nagu küpsiste, biskviitide, keekside jms. valmistamisel. Küpsetuspulbrite koosseisu võetakse niisuguseid aineid, mis annavad omavahelise reaktsiooni puhul CO_2, NH_3, NaCl, vett jms.

Näiteks: $NaHCO_3 + NH_4Cl = NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O$.

Ammoniaak, süsihapugaas ja veeaur lenduvad, kuna tainasse jääb ainult keedusool. Tarvitatakse lihtsalt $NaHCO_3$, $(NH_4)_2CO_3$ jms.

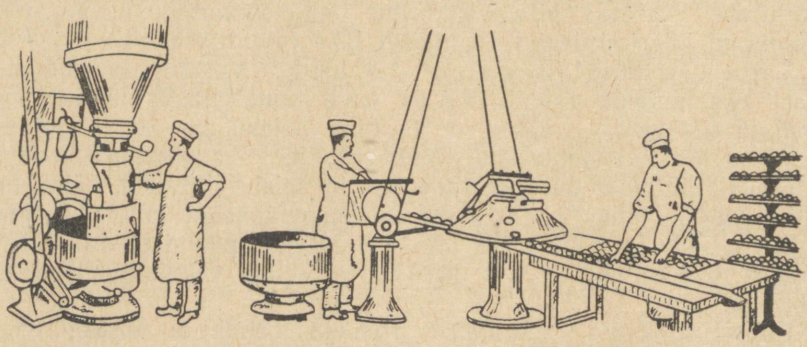
Nende kemikaalide tarvitamine on ohuta, kuid nende abil valmistatud küpsetised on oma maitse ja dieteetilise väärtuse poolest ikkagi puudulikud, sest et pärmiga satub tainasse mitmesuguseid maitse- ja ärritusaineid, mis siin aga puuduvad.

Taina käärimisele järgneb selle voolimine, jaotamine, s. o. tükeldamine ning vormimine, mida teostatakse leivatööstustes vastavate masinatega, pagarite juures aga käsitsi.

Vormileiva küpsetamine toimub vastavais vormides. Taina vormiseintele külgepõlemise ärahoidmiseks määritakse vorm toiduõliga või rasvaga. Kehtivate normide järgi tonni leivajahu kohta on ette nähtud 800 g toiduõli. Pagarileiba küpsetatakse ilma vormideta.

Leiva küpsetamine toimub erilistes leivaküpsetamisahjudes, ca 250—300° C juures 0,5 kuni 1,0 tunni jooksul. Üldiselt aga oleneb küpsetamise kestus leiva sordist, mahust, kaalust jne. Nii näit. 50 g sai küpseb juba 10 minutiga, kahekilone leivapäts aga umbes ühe tunniga.

Küpsetamisprotsessis taina temperatuur hakkab pidevalt tõusma. Pärmiseente ja piimabakterite elutegevus kestab veel ca 70° C-ni, üle selle nad hävivad ning taina kerkimisprotsess lakkab. Üle 70° C valgud kalgenduvad. kuna tärklis muutub kliistriks ja täidab valkudevahelise ruumi. Käärimisprotsessis tekkinud pii-



Joon. 75. Leivavalmistamine mehhaniseeritult.

ritus ja lenduvad happed haihtuvad. Samuti aurab leiva pinnal olev niiskus. Leiva seesmise osa temperatuur ei tõuse tavaliselt üle 98—100° C. Leiva välispinnal t° aga ulatub 120—140° C-ni.

Kõrge temperatuuri mõjul tärklis kliisterdub ning muutub osaliselt dekstriiniks, suhkur annab vee ära, tekib karamell, valk kalgendub.

Niiviisi moodustub leival kooruke, mis omakorda takistab leiva keskmise osa liiga järsku soojendamist.

Liiga paksu koorukese tekkimise vältimiseks niisutatakse taina pinda enne küpsetamist, enam mehhaniseeritud leivatööstustes aga juhitakse selleks ahju veeauru.

Olgugi et küpsetamiseks asetatud toores leib väheneb küpsemisprotsessis nii mahult kui ka kaalult — vee, süsihapugaasi ja piirituse osalise haihtumise tõttu, siiski võrreldes leivavalmistamiseks võetud jahu kogusega annab ta nn. juurdeküpsetust.

Tegeliku väljaküpsetuse protsendi arvutamiseks tuleb saadud leiva kogus kg-des korrutada sajaga ja jagada tarvitatud jahu hulgaga:

$$\text{Väljaküpsetus} = \frac{\text{leiva kaal}}{\text{jahu kaal}} \cdot 100.$$

Jahu keskmiseks väljaküpsetamise normiks vormirukkileival on näit. 154%, II sordi nisuleival — 139% jne. See tähendab, et esimesel juhul nõutakse 54%, teisel aga 39% juurdeküpsetust.

Juurdeküpsetus määratakse kindlaks järgmise valemi järgi:

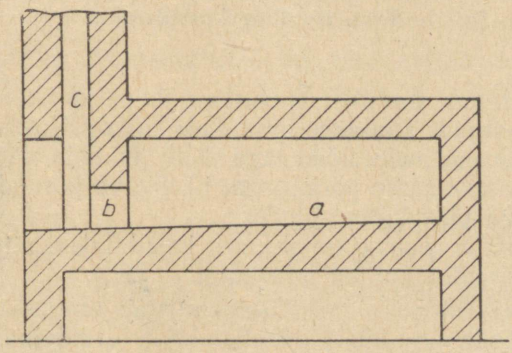
$$\text{Juurdeküpsetus} = \frac{\text{leiva kaal} - \text{jahu kaal}}{\text{jahu kaal}} \cdot 100.$$

Mida suurem on juurdeküpsetus, seda suurem on ka üldine väljaküpsetus. Juurdeküpsetus oleneb jahu headusest, selle sõelumisest, niiskuse %-dist, leiva valmistamiseks võetud vee hulgast, taina kerkimisest, küpsetamisviisist jne. Juurdeküpsetus vormileival on üldiselt suurem kui nn. põrandaleival.

b) Leivaküpsetamise ahjud.

Kõik leivaküpsetamise ahjud võib jaotada kahte suurde rühma; ja nimelt põrandakütte ja pidevküttega ahjudeks.

Põrandakütte-ahju tüüpilisemaks esindajaks on nn. vene ahi (vt. joon. 76).



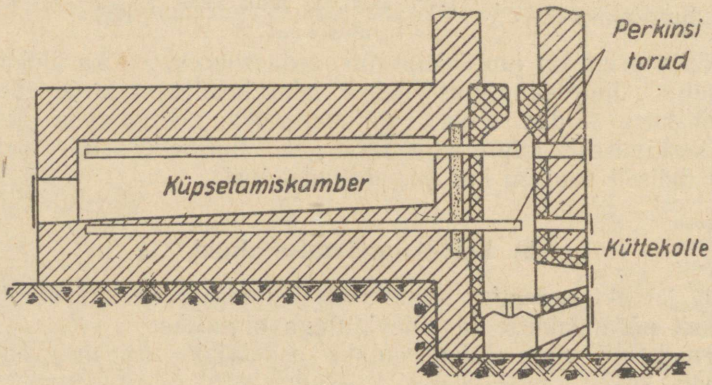
Joon. 76. Vene ahi.

Vene ahi koosneb küpsetamiskambrist *a*, mis on ühtlasi ka ahju küttekoldeks, kus enne leivaküpsetamist teostatakse kütuse põletamist. Suits ja põlemisgaasid lahkuvad küpsetamiskambri eesotsas oleva avause *b* kaudu suitsukanalisse *c*. Kütuse ärapõlemise

järel ahjupõrand pühitakse tuhast ja sütest puhtaks, vahel veel niisutatakse külma veega ning siis asetatakse leivad ahju.

Samade ahjude tüüpi kuulub veel nn. saksa ahi, mis erineb vene ahjust ainult selle poolest, et suitsukanal asub siin mitte küpsetamiskambri ees-, vaid tagaotsas.

Põrandaküttega ahjud võimaldavad leiva küpsetamist ainult perioodiliselt, see tähendab partiide kaupa, sest et iga ahjutäite valmimise järel nad jahtuvad ning neid peab uuesti kütma.



Joon. 77. Pidevküttega ahi.

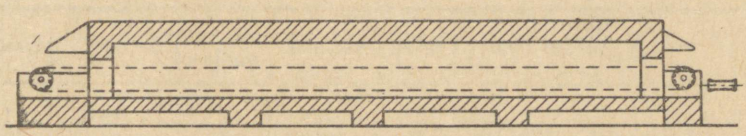
Palju suurema tootmisvõimsusega ja palju ökonoomsemad on pidevküttega ahjud. Tuntakse mitu sada erikonstruktsiooniga pidevküpsetamisahjusid; neid kõiki aga võib jaotada järgmisse kolme pealiiki: a) statsionaarse põrandaga, b) liikuva põrandaga ja c) konveierpõrandaga pidevkütte-ahjudeks.

Soojusallikana pidevkütte-ahjudes kasutatakse nii tahkeid kütuseid, elektrienergiat kui ka gaaskütet.

Kõiki pidevküttega ahjusid iseloomustab see asjaolu, et nende juures küttekolle on küpsetamiskambrist eraldatud. Küpsetamiskambri kuumendamist teostatakse põletusgaasidega, mida juhitakse kas läbi kambrit ümbritsevate käikude või nn. Perkins'i torude, kust neid edasi juhitakse suitsukanalisse.

Konveierpõrandaga ahjus (vt. joon. 78) ahjupõrandat asendab lõputa lint. Lindi liikumiskiirus peab vastama leiva küpsetamiseks tarvilikule ajale selliselt, et ahju ühte otsa asetatud leivad peale ahju läbimist väljuksid täisväärtuslike toodetena.

Otse ahjust väljavõetud leib on liiga õrn ning ei kannata transportimist. Seepärast osutub vajalikuks selle jahutamine; jahutamiseks leib toimetatakse selleks eraldatud ruumidesse, kus ta riiulitele asetatakse. Küllalt jahtunud leib pakitakse kastidesse või korvidesse ning saadetakse turustamiseks.



Joon. 78. Konveierahi.

c) Tähtsamaid leiva liike.

Jäme- ehk rukkileib valmistatakse rukkijahust eelkirjeldatud viisil.

Keevaveeleiba valmistatakse samuti rukkijahust, millele valatakse keeva vett, lastakse jahtuda, lisatakse juuretist ning edasi talitatakse nagu tavalise rukkileiva valmistamisel.

Kartulileiva valmistamisel lisandatakse rukkileivatainale selle sõtkumise ajal keedetud ja purukstambitud kartuleid.

Tervisleiba valmistatakse eri viisil rukkilinnastest, kergitades pärmi abil.

Näkkleiba valmistatakse rukkijahust, kergitatakse pärmi abil, tainas voolitakse väga õhukeseks, jaotatakse ringideks või ruutudeks ning küpsetatakse.

Peen- ehk rukkipüülileiba valmistatakse rukkipüülist. Jahule valatakse alguses keeva vett, et tainas muutuks magusamaks. Hapendatakse 2—3 päeva jooksul ning küpsetatakse. Sel viisil saadakse magushapu peenleib.

Nisuleiba ehk sepikut valmistatakse nisujahust, kergitades pärmi abil.

Nisupüülileiba ehk saia valmistatakse nisupüülist, kergitades pärmi abil. Saia valmistamisel lisandatakse tainasse tihti veel piima, võid, suhkrut, rosinaid, vürtse, näit. kardamomi, safranit, vanilli jms. Selliselt saadakse nn. või-, rosina- ja teisi saia sorte.

Leiva toiteväärtus on väga suur, ca 30% organismile tarvilikest kaloreist saadakse just leivast. Rukkileiva toiteväärtus on saia ja teistest peenleiva sortidest kõrgem, kuna ta sisaldab enam valk- ja rasvaineid.

See asjaolu selgub järgmisest võrdlustabelist:

Tabel 18.

Leiva liik \ Koostis %-des	valku	rasva	tärklist	mineraal-soolasid	vett	Kestollust
Rukkileib	8,0	0,5	50,5	1,5	38,0	1,5
Nisupüülileib (sai)	6,8	0,2	57,8	0,5	34,4	0,3

d) Eesti NSV leiva- ja presspärmitööstus.

Leivatööstused kui isemajandatavad ettevõtted peavad end majanduslikult tasuma. Leivajahu ja teiste toorainete ja ka leiva hind on kindel ja seda ei saa kohtadel muuta. Seepärast tootmiskulude kokkuhoidu võib saavutada ainult väljaküpsetamise tõstmisega. Enamik meie leivatööstusi on mehhaniseerimata, leiva valmistamine toimub iganenud käsitsitootmisviisil. Tooraine kokkuhoiuks, toodete omahinna alandamiseks ja töötootlikkuse tõusuks tuleb viivitamata asuda leivavalmistamise tehnoloogiliste protsesside mehhaniseerimisele ja ratsionaliseerimisele.

Seepärast on leivatööstustele neljas stalinlik viisaastak ettevõtete tunduva laiendamise ja uuendamise ajajärguks. Viisaastaku jooksul püstitatakse uued leivakombinaadid Tallinna, Kohtlasse, Narva, Pärnusse ja Saaremaale ja ehitatakse uued leivavabrikud Rakveresse ja Kiviõlisse.

1950. a. leivasaaduste toodang ulatub 90 000 t ja ületab seega 1945. a. toodangu taset ca 70%.

Enamik meie praegu töötavaid leivakombinaate ja -tööstusi on koondatud ENSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi alla; temale kuuluvad V. Kingissepa nimeline teravilja-kombinaat ja leivakombinaat Tallinnas, jahu- ja leivakombinaadid Tartus, Viljandis, Pärnus, Rakveres ja terve rida väiksemaid leivatööstusi, näit. Raasikul, Jõgeval jne. Ka ETKVL-i süsteemis töötab samuti veel 85 leivatööstust, kuid nende osatähtsus leivatoodangu üldplaanis ei küüni üle 17% (1950. a. — 15 000 t).

Pärmivabrikutest töötavad meil Salutaguse tehased (Kohila juures) ja Tartu viina- ja pärmivabrik, mis toodavad presspärmi.

3. Lihatööstus.

a) Liha üldomadusi.

Leiva ja piima kõrval liha ja selle saadused kuuluvad tähtsamate inimkonna toiduainete hulka.

Liha laiemas mõttes on loomakeha pehmemad osad vastandina kõvematele (luud, sarved jne.), kitsamas mõttes aga lihaskude. Toiduks tarvitatakse meil peamiselt sea, lamba, veise, siis veel jänese, kodu- ja metslindude, kala jt. liha.

Liha oma koostiselt pakub inimorganismile väärtuslikku toitematerjali, sisaldades selleks vajalikke aineid. Tähtsamaid ehitusmaterjale kehas on valk, umbes $^1/_5$ kehast koosneb valgust. Liha tähtsus seisabki selles, et tema peamiseks koostisaineks on munavalge (valk), mida teistes toiduainetes nii suurel hulgal ei leidu.

Liha tähtsamaiks osiseiks inimtoiduna osutuvad veel rasv, mineraalsoolad ja vitamiinid.

Liha headus ja ta seeditavus sõltub looma tõust, vanusest, soost, toitumisest, rasva %-dist jne. Kohe pärast looma tapmist muutub liha kõvaks, paindumatuks (surmakangestus) ja on toiduks vähekõlblik, sest ta vajab valminemist; seejuures lihas toimuvad keemilised muutused, mis aga ei olene mikroorganismide tegevusest. Surmakangestus kestab 24—36 tundi, mille järel liha muutub jälle painduvaks, algab murenemisprotsess, mis kestab 1—14 päeva. Sellele järgneb roiskumine. Roiskumist põhjustavad mikroorganismid. Nende tegevuse tagajärjel, mis algab peaasjalikult köitkoes, tekivad mitmesugused lagunemisproduktid: ammoniaak väävelammoonium, süsihapuammoonium jne. Liha reaktsioon muutub hapust keskseks kuni aluseliseks. Lagunemisnähted tungivad edasi sügavamale ning mädanemisprotsess võtab aina suuremad piirid. Õnneks omavad paljud lagunemisproduktid iseloomulisi halbu lõhnu, millede abil saab liha hinnata ka ilma eriliste katseteta.

b) Liha säilitamise viise.

Et vältida liha roiskumist, peab teda konservima. Konservimise eesmärgiks on takistada toiduaine lagunemist, s. o. bakterite ja seente tegevust, ning muuta seega toiduained tarbimiskõlblikeks pikemaks ajaks. Selle sihi saavutamiseks rakendatud vahendeid ja meetodeid on palju: mitmesuguste inimorganismile kahjutute keemiliste ainetega hävitatakse bakterid või kõrvaldatakse toiduaineist vesi, lisandatakse suhkrut või soola. Kitsamas mõttes konservide

all mõistetakse aga toiduainet, milles on eosed kuumendamise (steriliseerimise) abil tehtud kahjutuks ning millesse bakterite taassattumine on tehtud võimatuks vastava pakendi abil, näit. toiduaine mahutamisel konservitoosi.

Konservimise viise on palju, neist tähtsamad on järgmised: 1) jahutus, 2) külmutus, 3) soolamine, 4) suitsutamine, 5) kuivatamine, 6) konservimine antiseptiliste ainetega ehk konservaatidega ja 7) konservimine steriliseerimisega, s. o. kuumutamisega kuni 117° C õhukindlas konservitoosis, klaaspurgis või -pudelis.

Jahutus on üks vanemaid liha alalhoiu viise. Ta ei vähenda ega mõjuta liha toiteväärtust ja muid omadusi. Jahutuse mõju liha säilivusse seisab selles, et madal temperatuur (0 kuni +4° C) mõjutab takistavalt mikroorganismide arenemist, kuid ta ei hävita neid, sest et nad kannatavad palju madalamat temperatuuri — mõned isegi kuni —130° C. Jahutus on parem kui täielik külmutus, sest viimane mõjub halvasti liha kudet moodustavatele rakkudele, neid lõhkudes.

Liha jahutus võib toimuda kolmel viisil: a) liha asetatakse puhta või kunstjää peale (viimane on pisikutevaba!), b) liha jahutatakse jääga ümbritsetud ruumis — jääkapis, keldris, c) liha asetatakse ruumi, kus õhku mehaaniliselt jahutatakse, s. o. jahutus- ehk külmutushoonesse.

Külmutamisel jahutatakse liha alla 0° C. See on teostatav ainult eriliste külmutusseadiste abil. Külmunud liha laseb end aastate viisi alal hoida, kuid külmutamisel on teatavad negatiivsed küljed, kuna selle protsessiga tekivad muudatused lihaskoe rakkudes. Neil põhjusil külmutatud liha tuleb peale sulandamist otsekohe tarvitusele võtta, kuna vastasel korral ta väga kergesti roiskub.

Soolamine on üks levinenumaid liha konservimise viise. Soolamisel on aga ka halbu külgi. Soolamise tagajärjel valguvad lihast suure toiteväärtusega ained soolvette. Nii kaotab soolatud liha valkaineid 1,3—2,1%, fosforhapet 33—50%; soolatud liha on raskesti seeditav ning ülemäära keedusoola sisalduse tõttu võib ta vältav tarvitamine põhjustada isegi seedimisrikkeid. Kaua seisnud soolaliha toiteväärtus on mõningatel juhtumitel kuni 30% vähem värske liha omast.

Sool ei ole kangemõjuline aine ega tapa baktereid. Soola tarvitamine konserviva ainena põhineb sel asjaolul, et sool kui hügroskoopiline aine imeb lihast vee ära. Niiskuse vähenemisega mikroorganismide eluvõimalusi aga pidurdatakse. Sama mõjuga on ka kange soolvesi. Seega soolamine ainult takistab bakterite arene-

mist, kuid ei hävita neid. Soola ja soolvee väljauhtumise järel lihas olevad pisikud imevad endasse uuesti vett, hakkavad paljunema ja algab taas roiskumine.

Soolamise viise on kolm ja nimelt: kuivalt soolamine, soolveega soolamine ja kiirsoolamine.

Kuivalt soolamisel liha tükeldatakse, laotakse kihtidena sellekohasesse nõusse ja iga kiht raputatakse soolaga üle. Kuna aga soola abil lihast väljaimetud veest ei jätku liha katmiseks, siis lisatakse juurde vähesel määral vett. Liha kokkuvajutamiseks asetatakse temale mingi raskus, mis liha soolvees hoiab.

Soolveega soolamisel valmistatakse keedusoolalahus, milleks keedusool lahustatakse keevas vees. Lahuse kontsentratsiooni kangus tavaliselt kõigub 10—20% piires. Liha asetatakse vastavasse nõusse ning valatakse üle jahtunud soolalahusega. Mida tugevam on soolvee kontsentratsioon, seda soolasemaks muutub liha ja seda kestvam on tema säilivus, kuid toiteväärtuse kahanemine on samuti suurem.

Eriti laialdaselt tarvitatav on tööstuslikus ulatuses nn. kiirsoolamine. Kiirsoolamine seisab selles, et tugeva kontsentratsiooniga soolalahus juhitakse otsesel teel vastava pritsnõela ja pumba abil liha koesse, mistõttu läbisooldumine toimub väga kiiresti.

Suitsutamine on samuti üks vanemaid konservimise viise, ning seisab selles, et liha asetatakse sooja suitsu mõjule, kas vastavates suitsutamisahjudes või muul viisil. Suits on desinfitseeriva toimega, kuna ta sisaldab antiseptilisi aineid, nagu kresooti, karbool-, äädikhapet jne., mis ühes suitsuga lihasse tungivad ja seega takistavad roiskumispisikute arenemist.

Suitsutatud liha toiteväärtuse langus ei ole suur, ta võidab ka maitselt, kuid võrreldes soolalihaga on suitsutatud liha säilivus märksa väiksem.

Suitsutamisvahendiks kasutatakse peamiselt lehtpuu materjali, seejuures mõned puusordid, nagu näit. lepp ja saar on eelistatud. Okaspuu materjal ei ole selleks otstarbeks kõlblik, kuna sisaldab palju vaiku, tärpentini, tõrvaolluseid jne., mis liha maitset rikuvad.

Kuivatamist liha tööstusliku ümbertöötamise viisina tarvitatakse väga vähe, näit. vorstitööstuses suitsuvorsti ja mõne teise kuiva vorsti valmistamiseks. Kuivatamine põhineb lihas veesisalduse vähendamisel, millega pidurdatakse pisikute tegevust.

Konservimine antiseptiliste ainetega, nagu salitsüülhappega, bensoehappega, formaliiniga, vesinikuülihapendiga, booraksiga, väävlishappega jms., on NSV Liidus üldiselt kee-

latud, kuna kõik need ained, eriti kestval tarvitamisel, mõjuvad inimorganismile mürgitavalt. Ohutuks võib pidada ainult äädikhappe nõrka vesilahust (3—5%), mida ka tarvitatakse kalaliha, puu- ja aedvilja ning seente marineerimisel. Mõningatel juhtudel on lubatud SO_2 tarvitamine jne.

Dr. Vlassevitš'i katsed näitavad, et ka loomaliha võib edukalt konservida äädikhappe toimel. Selle menetluse järgi värske liha tükid (1—3 kg) lastakse esiteks keeva vette (ca 30 sekundiks) ning siis asetatakse teatavaks ajaks äädikhappe lahusesse. Lahuse kangus on kõikuv ning oleneb soovitavast säilitusajast. Tulipalava keeva vee mõjul liha välispinna valgud ja lämmastikku sisaldavad ained koaguleeruvad, tekib kooruke, millesse imbub võrdlemisi kange äädikhappe lahus, mis hoiab liha välispinna steriilsena ega lase roiskumisprotsessil areneda. Selliselt konservitud liha puuduseks aga osutub suur kaalu vähenemine (ca 43% ühe kuu aja jooksul) vee äraauramise, s. o. kuivamise tõttu. Seepärast vee äraauramise tõkestava vahendina on soovitav konservi pinna katmine vedela parafiiniga, mida enne tarvitamist kõrvaldatakse konservitud liha korduva pesemisega ca 80° C palavas vees.

K o n s e r v i m i n e s t e r i l i s e e r i m i s e g a hermeetiliselt suletud nõudes leiutati alles 1810. a. Peagi asutati esimesi konservivabrikuid Pariisis, Londonis jm.

Konservitööstuse edasist laienemist soodustasid edusammud keemia alal, transpordiolude paranemine jms. Eriti arenes aga konservitööstus esimese imperialistliku maailmasõja eelseil aastail. Nüüdsel ajal steriliseeritud konservid on konservitööstuse tähtsaimaks tootmisalaks, nende valmistamise põhijoontega aga tutvume vähe hiljem.

c) Tapalooma liha tootmine.

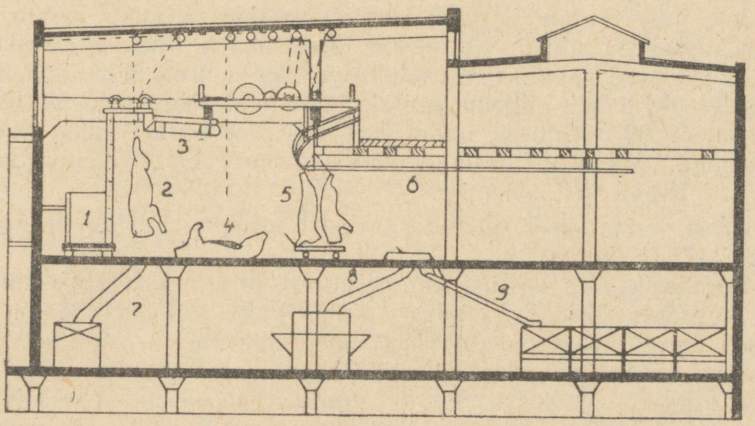
Primaarset tapalooma liha tootmist teostatakse tapamajades. Tapamajad on asutised, millede ülesandeks on elanikkonna varustamine tarvitamiskõlbliku lihaga. Loomade tapmine tapamajades toimub vastava järelevalve all, kusjuures kõik inimtoiduks määratud liha kuulub loomaarstlikule järelevaatusele.

Sageli tapamajad ei piirdu ainuüksi loomade tapmisega, vaid teostavad kõrvaltootmisena ka vorstide, konservide jms. tootmist, töötlevad mitmesuguseid tapajäätmeid, näit. nahku, harjaseid, verd, rasva jne.

Sellise ulatusliku tootmistegevusega tapamaju nimetatakse lihakombinaatideks. Skemaatiliselt lihakombinaadi struktuur on järgmine.

T a p a m a j a l on ruumid mitmesuguste loomaliikide tapmiseks (vt. joon. 79). Tapamajades toimub samuti nahkade nülgimine, soolte ja mao pesemine jms.

S a n i t a a r - t a p a m a j a on mõeldud haigete loomade tapmiseks, millede nn. tingimisi-kõlblikku liha lubatakse turustada ainult steriliseeritud kujul. Sanitaar-tapamaja peab olema teistest osakondadest täiesti eraldatud. Tema naabruses tavaliselt asuvad haigete loomade laudad ja steriliseerimisaparaadid tingimisi-kõlbliku liha kuuma auruga keetmiseks.



Joon. 79. Tapamaja vertikaallõikes: 1 — looma uimastamise kamber, 2 — loomakere ülesriputatuna verest tühjaks laskmiseks, 3 — verest tühjaks laskmise roobas, 4 — lahkamiseks põrandale asetatud looma kere, 5 — sisikonna kõrvaldamine, 6 — külmutusruumi roobas, 7 — vere renn, 8 — sisikonna renn, 9 — nahkade renn.

T a p a j ä ä t m e t e töötlemiseks asutatakse omaette osakond, seal toodetakse näit. kondijahu, tehnilist rasva jms.

K ü l m h o o n e d asutatakse liha külmutamiseks ja säilitamiseks.

L i h a t ö ö t l e m i s e k s on vorsti-, margariini-, konservide, vereümbertöötlemise jt. osakonnad.

Paratamatult vajalikud on veel laboratooriumid bakterioloogiliste ja keemiliste uurimiste jaoks, sisseseaded kõlbmatu liha ja jäätmete hävitamiseks, kontorid, ametiruumid, katusealused ja laudad loomade ajutiseks paigutamiseks, raudtee maha- ja pealelaadimise platvormid, platsid loomadega kauplemiseks jne.

d) Tähtsamate lihasaaduste tootmise tehnoloogilised protsessid.

Liha töötlemise tähtsamaiks saadusiks osutuvad konservid selle sõna kitsamas mõttes, siis mitmesugused vorstitooted ja peekon.

Konservid.

Tähtsamaks konservide liigiks kaasajal on steriliseeritud konservid. Nende valmistamise põhijooned on järgmised.

Konservimiseks määratud liha tükeldatakse, keedetakse, aurutatakse jms. Sellele järgneb konservitooside täitmine varem ettevalmistatud toorainega ja nende täisvalamine lihakeetmisest saadud tihendatud ekstraktiga, kalakonservide juures õliga jms. Edasi toosides oleva õhu väljasurumiseks kuumendatakse neid 5—15 min. jooksul ca 90° C juures, mille järel suletakse karbid vastava valtsmasinaga. Moodsad masinad on väga suure tootmisvõimega ning sulevad 135—150 toosi minutis.

Edasi asetatakse suletud toosid autoklaavi ja keedetakse 112—117° C juures.

Steriliseerimise kestust, temperatuuri jms. määratakse kindlaks iga konservi üksikliigi jaoks. Konservide säilivus oleneb peamiselt õigesti teostatud steriliseerimisprotsessist ja toorainete kvaliteedist kui ka lähteaine füüsikalis-keemilistest omadusist, nii näit., mida kõrgem on konservitava tooraine happelisus, seda kiiremini toimub bakterite elutegevuse halvamine, nii et aed- ja puuviljaning marjakonservide steriliseerimist võib vabalt teostada ca 100° C juures lahtises sterilisaatoris, kuna liha ja kalakonservide steriliseerimine nõuab kõrgemat temperatuuri.

Peale steriliseerimist toosid jahutatakse järsult külma veega ning saadetakse lattu, kus neid hoitakse ca 37° C juures vähemalt 10 päeva jooksul.

Kui steriliseerimine on osutunud puudulikuks, siis bakterite mõjul toosis tekivad gaasid ning toosi kaaned paisuvad üles.

Vajaliku aja laos seisnud konservid varustatakse etiketiga ja saadetakse turustamiseks.

NSV Liidus igat konservi liiki valmistatakse täpselt kindlaksmääratud retseptide järgi, mis on kohustuslikud kõikidele konservitööstustele.

Plekkkonservtooside ea pikendamiseks ja korrosiooni vältimiseks kaetakse toosid seest veel happekindla lakiga, mis märksa suurendab konservide säilivuse aega.

Vorstid.

Olenevalt vorstide valmistamiseks tarvitatud tooraineist ning nende töötlemisviisist, eristatakse mitmesuguseid vorstide sorte, näit. suitsutatud, maksa-, veri-, lamba-, veise- jne. vorstid. Vorstitoodete alla kuuluvad veel viinerid, pasteedid, süldid jt.

Vaatleme näit. keedetud, nn. teevorsti valmistamiskäiku.

Kõigepealt kõrvaldatakse vorstilihast kondid ja sooned. Sellele järgneb liha peenendamine, milleks teda lastakse läbi hakkmasinast. Edasi toimub soolamine. Soolatud liha lastakse seista +3° C juures ca 50—70 tunni jooksul, mis on vajalik liha kleepuvuse suurendamiseks. Selliselt seistalastud liha lastakse uuesti hakkmasinasse, nn. kutrisse, mis kujutab endast keerlevat metallanumat, mille kohal tiirleb nugadega varustatud valts. Kutris liha peenendatakse pudrusarnaseks massiks. Hõõrumissoojuse vähendamiseks lisandatakse kutrisse vett või peenekstambitud jääd. Selliselt peenendatud liha tõstetakse kutrist erilisse segastisse, kuhu lisandatakse veel pekki, vürtse, soola, mõningatele vorstisortidele ka suhkrut, kartulijahu jms.

Selliselt ettevalmistatud vorstimass surutakse pneumaatilise pritsiga looma (sea, veise, lamba) sooltesse ning seotakse nööriga ümber. Selliselt topitud vorstid riputatakse üles nende tihendamise otstarbeks ja hoitakse +3° C juures kuni 36 tundi. Sellele järgneb nende suitsutamine ca 80—110° C kuumas suitsus, mis kestab, olenevalt vorsti suurusest ja sordist, 10 minutist kuni kahe tunnini. Suitsutamisele järgneb keetmine 85° C juures 40—120 minuti kestel. Keedetud vorstide valmistamisprotsess lõpeb nende ülesriputamisega kuivatamise otstarbel.

Keedetud vorsti koostisainete vahekord on tavaliselt järgmine: veiseliha 35%, mitterasvast sealiha 40%, pekki 25% ja vähesel määral vürtse.

Peekon.

Peekoni all mõistetakse eriliselt nuumatud 7—10 kuu vanuses ja kuni 100 kg raskete peekonitõugu sigade eriliselt töödeldud seapooli.

Peekoni valmistamine seisab järgmises.

Sigu tapetakse jalgupidi ülesriputatult, lastakse verest tühjaks joosta ning valatakse üle, või hoitakse 2—3 minutit 63—66° C soojas vees. See on vajalik harjaste edaspidiseks kõrvaldamiseks, mida teostatakse kas käsitsi või vastavate masinatega. Edasi võetakse

ette ülejäänud harjaste ja pehme karva lõplikuks kõrvaldamiseks veel nn. kõrvetamine, mis toimub sellekohases ahjus 16—20 sekundi jooksul. Kõrvetamisele järgneb pesemine ning seejärel lahkamine. Lahkamisel siga lõigatakse kõhust lahti ja sisikond eemaldatakse. Samas toimub loomaarstlik järelevaatus. Edasi järgneb kaalumine, mis peekoni juures on eriti tähtis; nii näit. 52—60 kg tapakaaluga sead kuuluvad esimesse klassi jne. Kaalumise järel seakered viiakse külmutusruumi ning hoitakse seal ca 12—20 tundi, kuni nad jahtuvad +4° kuni +5,5° C-ni. Seejärel antakse neile peekoni, s. o. seapoolte kuju. Selleks pea kõrvaldatakse, rinnaluu võetakse välja, kõrvaldatakse kaela selgroolülid, labaluud, vaagnaluud jne.

Selliselt töödeldud seapooled saadetakse soolamisosakonda, kus neil saetakse otsast jalad ja teostatakse soolapritse. Pritside arv ühe seapoole kohta kõigub 18—24. Soolalahus sisaldab peale soola ka suhkrut, pipart, loorberilehti jms. Peale soolapritside tegemist hõõrutakse seapooled soolaga sisse ja laotakse põrandale riita või asetatakse betoonanumaisse ja valatakse üle soolveega; 6—7 päeva järel peekon on valmis. Seapooled vaadatakse veel kord üle ja pakitakse kas kastidesse või kottidesse.

e) Eesti NSV lihatööstus.

Lihatööstus on meil koondatud peamiselt ENSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi kätte. Kõigis suuremates linnades, nagu Tallinnas, Tartus, Haapsalus, Narvas, Rakveres, Võrus, Võhmas ja mujal on meil lihakombinaadid, mis toodavad liha ja vorsti, Tallinna Lihakombinaat aga lisaks veel lihakonserve.

Ka ETKVL-i süsteemis töötab rida lihatööstusi, näit. Valgas, Tartus, Viljandis jm., mis toodavad vorsti, sülti, sinki ja kalakonserve.

Kalatööstus tervikuna allub meie ENSV Kalatööstuse Ministeeriumile, mille süsteemis töötab terve rida kalakombinaate ja kalaümbertöötamise tööstusi.

Viisaastaku jooksul taastatakse meil võimas sadama külmutushoone ning ehitatakse lihakombinaat Tallinnas. Võrreldes 1945. a. tasemega, liha toodang suureneb 1950. a. 3,5 korda ning ulatub 20 000 t-le. Kalakogusaak suureneb 4 korda ning kujuneb samuti 20 000 t.

1948. a. saavutatakse sprottide ja kilude tootmise alal sõjaeelne tase ning 1950. a. toodetakse meil 3 000 000 karpi kalakonserve. Lihakonservide toodang ületab 1940. a. toodangu 4,5 korda. Eesti

rannik kattub väikeste kilutööstuste laialdase võrguga. Organiseeritakse 22 väike-konservitööstust kalakombinaatide vastuvõtupunktides, samuti ehitatakse kalatöötlemiskombinaadid Pärnu ja Narva. Laiendatakse riiklikku kalapüüki peamiselt sügavveepüügi alal jne.

4. Piimatööstus.

a) Piima koostis ja omadused.

Piimaks nimetatakse imetajate loomade ja ka inimese piimanäärme nõret, mis on määratud looduse poolt toiduks vastsündinuile. Loomapiimast kasutatakse meil inimtoiduks peamiselt lehmaning vähemal määral ka kitse- ja lambapiima.

Kuna piim on imikutele teatud aja jooksul ainsaks toiduks, siis ta sisaldab ka kõiki eluülalpidamiseks tarvilikke toiteaineid, nimelt: valke, süsivesikuid, rasva, mineraalaineid, vitamiine ja vett.

Eri loomaliikide piimas on nimetatud ainete vahekord väga mitmesugune. Lehmapiima keskmine koostis on aga järgmine:

vett	87,0 — 89,0
rasva	3,0 — 4,0
valke	3,2 — 3,8
piimasuhkrut . . .	4,7 — 5,0
mineraalaineid . . .	0,7 — 0,8

Kuivollust on piimas ca 11—13%; peale loetletud ainete leidub piimas veel vähesel määral entsüüme, vitamiine jms.

Majanduslikult osutub tähtsaimaks piima koostisosaks piimarasv, mis on või, koore jne. valmistamise lähteaineks. Piimas leiduvaist valkainetest on tähtsamad kaseiin ehk juustuaine ja albumiin. Kaseiini on piimas ca 2,5—3,3%. Puhtal kujul on kaseiin vees ja piimas lahustumatu, piimas aga ta esineb lahustunud Ca-ühendina. Piima hapnemisel kaseiin kalgendub ja põhjustab piima paksenemist. Kaseiin on tähtsaim piima koostisosa juustu valmistamisel.

Piima albumiin meenutab kanamuna-valget; albumiini on piimas ca 0,5%.

Piimasuhkur ehk laktoos on täiesti omapärane, ainult piimas esinev suhkru liik. Puhtal kujul on ta valge, vähe magus pulber. Piimasuhkur on aineks, millest bakterid valmistavad piimas piimhapet.

Piima värvus oleneb peamiselt kaseiinist ja rasvast. Täispiimal ja koorel on vähe kollakas jume, kuna kooritud piima värvus on

tavaliselt sinakas-valge. Piima värvust mõjutavad samuti veel mitmesugused värvained, mis siirduvad söötadest piimasse.

Kui imikute toitmisel piim rahuldab neid täielikult, siis imikueast väljajõudnud lastele ja eriti täiskasvanuile ei saa piim olla ainsaks toiduaineks, kuna ta ei evi küllaldast täitvust ega sisalda tselluloosi. Võrreldes aga teiste toiduainetega, on piim siiski ka täiskasvanuile üks mitmekülgsemaid toiduaineid.

Kalorite järgi vastab 1 liitri piima toiteväärtus umbes 170 g rasvasele sealihale, 290 g heeringatele, 8—9 kanamunale jne.

b) Piima kurnamine ja jahutamine.

Piima satub lüpsi juures alati mustust, mis koosneb sõnnikust, lehma karvadest, kõõmast, tolmust jne. Seda mustust peab piimast kõrvaldama piima kurnamisega. Piimakurnasid on väga mitmesuguseid, kuid rahuldavaid tulemusi annavad ainult vattviilu- või kurnalapi-kurnad. Igakord enne lüpsi tuleb panna kurna uus vattviil. Head kurnalapid saadakse flanellist ja parhist, kuna need riidesordid peavad mustuse oma karvase pinnaga hästi kinni. Kurnalappide tarvitamisel eriti tähtis on nende puhastamine, pesemine, muidu muutuvad nad varsti haisvateks pisilaste pesadeks.

Kurnamisega kõrvaldatakse piimast ainult silmaga nähtav mustus, kuna piima sattunud mikroobid lähevad aga igasugusest piimakurnast läbi. Seepärast mustalt lüpstud piim jääb ka peale kurnamist mustaks.

Täiesti mikroobide-vaba piima lüpsmine pole tegelikult teostatav ning kuna mikroobid soodsa soojuse juures imekiirelt paljunevad, siis iga soojalt seisma jäetud piim läheb varsti halvaks.

Mikroobide kiiret paljunemist piimas tuleb takistada piima kiire ja tugeva jahutamisega; eriti tähtis on piima jahutamine suvel.

Piima jahutusseadeldisi ja -võimalusi on palju. Piima võib jahutada piimaveokannude asetamisega külmavee-kastidesse, tünnidesse, allikasse, mille vee temperatuur on alla 10° C, sellekohastesse tsemendist kaevudesse jne.

Heaks vahendiks on piimajahutusel veel jää lisamine jahutusveele.

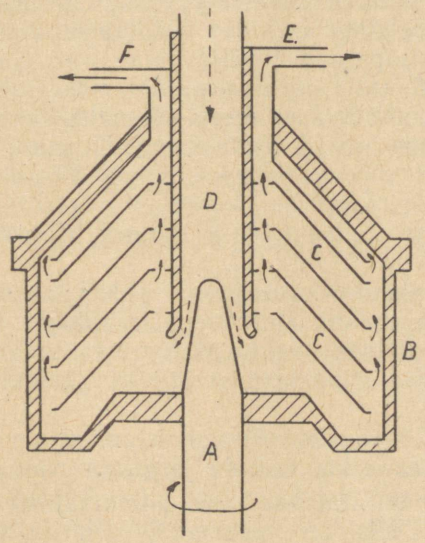
Õige tugevasti ja kiiresti võib teostada piima jahutamist sellekohaste jahutusaparaatidega. Mehaanilisi jahutajaid on väga mitmesuguseid, kuid kõik nad on ehitatud nii, et jahutatav piim voolab jahutaja välispinda mööda alla, kuna jahutaja vesi liigub sees alt üles.

Nii või teisiti tuleb jahutatud piima hoida kuni selle turustamiseks või töötlemiseks ärasaatmiseni.

c) Või valmistamine.

Võid valmistatakse kas rõõsast või hapust koorest, mida saadakse piima koorimisega ja selle edasise hapendamisega.

Nüüdsel ajal toimetatakse piima koorimist nn. koorelahutajatega ehk separaatoritega, mis leiutati möödunud sajandi teisel poolel. Enne koorelahutaja leiutamist teostati piima koorimist sadestamismeetodil. Selleks asetati piim nõudega jää peale ja lasti seista ca 24 tundi ja siis riisuti koor pealt. Sel meetodil oli kaks pahet: koore eraldumine on liiga pikaldane ja koorimine väga puudulik, kuna ca 20% kogu piimarasvast jääb piimasse alles.



Joon. 80. Koorelahutaja skemaatiliselt.

Kaasaja koorelahutajad jätavad lõssi hulka aga ainult 0,07–0,1% rasva.

Piimast koore eraldamine toimub tsentrifugaaljõul ning põhineb piima ja koore erikaalude vahel (piimal 1,034, koorel 0,99!).

Koorelahutaja (vt. joon. 80) peaosaks on lahtise võlli (*A*) otsas pöörlev trummel (*B*), mis koosneb kesksest torust (*D*) ja teatud arvust koonilisist taldrikuist (*C*), mis trumli ringikäimisega jagavad piima õhukesteks kihtideks. Kooritud piim, kui raskem osa, surutakse trumli mantli vastu, kuna koor kergema osana jääb keskse toru ümber. Selle kesktoru alumises osas asuvate avauste kaudu

tõuseb täispiim trumlisse ja surub trumlis oleva piima kahe joana trumlist välja. Seejuures kooritud piim tõuseb trumli mantli sisemist seina mööda üles kooritud piima toruni (*F*), koor aga kesktoru välist seina mööda üles kooretoruni (*E*).

Enne koorimist tuleb piim soojendada 40—60° C, sest et piima külmalt koorides jätab koorelahutaja lõssi hulka palju rasva.

Võid võib valmistada ka rõõsast koorest, kuid enamasti seda veel pastöriseeritakse. Pastöriseerimine seisab koore kuumutamises vähemalt 85° C-ni. Kuumutades koort selle temperatuurini, surmatakse umbes 99,9% kõigist piimas leiduvatest mikroobidest. Kuna või kiiret halvaksminekut põhjustavad peamiselt mikroobid, seepärast koore pastöriseerimine parandab märgatavalt või kestust ning hoiab ära haiguste levimise või kaudu.

Pastöriseerimisaparaadist väljavoolav koor tuleb otsekohe jahutada vähemalt 10—12°C-ni. Koore kiire jahutamine on vajalik pastöriseerimise (kuumutamise) üleelanud batsillide paljunemise takistamiseks ja teiseks hea kõva ehitusega või saamiseks.

Parema sordi või valmistamiseks selliselt pastöriseeritud koort veel hapendatakse, kuna hapukoorevõil võrreldes rõõskkoorevõiga on peenem maitse. Ka on või väljatulek hapukoorest suurem kui rõõskkoorest.

Koore hapendamiseks lisatakse pastöriseeritud ja jahutatud koorele koorehapendamisjuuretisega piimhappe-baktereid. Koore hapendamist teostatakse segajaga varustatud koorevannides, mis võimaldavad koore soojendamist kui ka jahutamist mõne kraadi võrra.

Järgmiseks toiminguks või valmistamisel on võilöömine, mida tavaliselt teostatakse koorimisele järgneva päeva hommikul.

Võilöömiseks tarvitatakse meie piimatalitustes nn. kombineeritud võimasinaid, mis on varustatud võipressimise seadeldisega. Kombineeritud võimasinas lüüakse või kokku, pestakse, soolatakse ja pressitakse, seega tehakse või ühesainsas masinas täiesti valmis.

Võilöömine toimub tavaliselt 7—14°C juures. Õigesti valitud võilöömise temperatuuri ja paraja koorehulga puhul peab koor võiks minema 20—60 minuti jooksul. Või löömine lõpetatakse, kui masinasse tekivad umbes hernetera-suurused võiterad. Seejärel lastakse võipiim masinast välja ja pestakse võid 1—2 korda puhta veega. Pesemisele järgneb või soolamine ja pressimine. Või pressimine on üks keerulisemaid operatsioone, kuna pressimisest suurel määral oleneb või ehitus ja veesisaldus. Pressitud või pakitakse kas tünnidesse või kastidesse ja saadetakse lattu, mille t° ei tohiks tõusta üle 10°C.

Võid hinnatakse koostise, maitse, lõhna, väljanägemise ja ehituse järgi.

Või koostise hindamisel võetakse arvesse eeskätt vee- ja rasvasisaldust. NSV Liidus kehtivad järgmised standard-nõuded koorevõi kohta: vett mitte üle 16%, soola mitte üle 2%, rasva magedal võil vähemalt 82,5, soolatud võil aga mitte alla 82,5%.

d) Juustu valmistamine.

Juustu valmistatakse kas täispiimast, kooritud piimast või nende segust.

Juustu valmistamine põhineb piimast juustuaine — kaseiini väljasadestamisel, mida teostatakse kas laabi abil või piima hapendamisega.

Vastavalt sellele kõiki juuste jagatakse laabi- ja kohupiimajuustudeks. Ühes kaseiiniga läheb juustumassi üle ka suurem osa piimarasvast, vähe piimasuhkrut ja teisi piima koostisosi, mistõttu juust osutub väärtuslikuks toiduaineks.

Laabijuustu valmistamine.

Laabijuustu valmistatakse enamasti toorest piimast. Juustu valmistamiseks piim soojendatakse 27°—33° C-ni. Laapimistemperatuur on üldiselt kõikuv, näit. kõvade juustude ja täispiima puhul tarvitatakse kõrgemat, pehmemate juustude ja lõssi puhul madalamat temperatuuri.

Laapimist teostatakse kas laabipulbriga — vedelikuga või ekstraktiga, mida valmistatakse vasika libemaost. Vasika maos leiduva fermendi mõjul kaseiin kalgendub ning piim läheb paksuks. Selle vasikamao-fermendi omadusel põhinebki tema tarvitamine laabijuustude valmistamiseks.

Laapi lisatakse soojendatud piimale nii palju juurde, et piim läheks kokku 20—40 min. jooksul. Üldiselt tarvitatakse kõvade juustude valmistamisel lühemat ja pehmete juustude valmistamisel pikemat laapimisaega. Parajasti paksuks läinud piim lõigatakse kuni katla põhjani ühesuurusteks ruutudeks. Selliselt lahtilõigatud paksupiima tulpi lastakse vähe kõveneda ning siis segatakse. Segamise tagajärjel hakkab piimapaksust eralduma juustuvesi. Kõvemate juustusortide valmistamisel segamist teostatakse järelsoojendamisega, milleks tõstetakse juustumassi temperatuur ca 35—42° C-ni. Segamist jätkatakse, kuni tera saab soovitava suuruse- ja kuivuse-astme. Valmissegamise järel tõstetakse juustuvesi pealt

ära ja juustumass aga asetatakse puuvillase riidega vooderdatud juustuvormidesse.

Kõvad juustud, nagu šveitsi, nõukogude, hollandi jt., asetatakse pressi alla, kuna poolkõvu, näit. baksteini ja pehmeid (limburgi, roquefort jt.) jäetakse vormidesse nõrguma. Pressimisele järgneb juustu soolamine (mõnda juustusorti soolatakse ka enne vormimist), mis võib toimuda juustu soolvees hoidmisega kui ka juustupinna soolaga üleriputamisega.

Soolamisele järgneb juustude käärimine, mis peab toimuma ca 15°—22° C soojas ruumis ning kestab juustu sordist olenevalt 0,5—6 kuud.

Juustu käärimisel temas toimuvad mitmed reaktsioonid, nii näit. tekib ammoniaak (NH_3), mis osalt haihtub, osalt aga ühineb hapetega, tekitades vastavate hapetega ammooniumi sooli. Kaseiin ja albumiin annavad nn. amido- (NH_2) ühendusi. Juustu reaktsioon muutub hapust leeliseks, tekib terav lõhn ja maitse, rasvained lagunevad, piimasuhkru käärimisest tekib piiritus ja süsihapugaas, mis juustu lõikepinnale tekitab nn. «silmi», hapete mõjul tekivad mitmesugused vedelikud ning juustu maitse läheb teravamaks.

Pehmed laabijuustu sordid sisaldavad tavaliselt üle 50% vett, kuna kõvade juustude veesisalduse protsent on alla 50. Kuivolluse rasvasisalduse järgi kõik laabijuustud jaotatakse: koorejuustudeks 50%, täisrasvasteks ca 45% ja ¾-rasvasteks vähemalt 30% rasvolluse sisaldusega.

Kohupiima juustu valmistamine.

Kohupiimajuustudel suurt tööstuslikku tähtsust ei ole. Neid valmistatakse peamiselt kooritud piimast, mida hapendatakse kas piima sooja kohta asetamisega või piimhappe-bakterite kultuuri lisandamisega.

Kui piim on paksuks läinud, lõigatakse tarrend mõnest kohast läbi, lastakse seista ning siis segatakse soojendades pähklisuurusteks teradeks. Piimavesi kõrvaldatakse, saadud kohupiim tõstetakse katlast hõredatesse kottidesse ja asetatakse pressi alla.

100 kg lõssi annab ca 8—10 kg kohupiima; sellele lisatakse kuni 2% soola ning pakitakse kastidesse, tünnidesse jne.

Kohupiimajuustu valmistamiseks võetakse ülalkirjeldatud viisil toodetud kohupiima, lastakse see kohupiimaveskist läbi, lisandatakse vähe soola, söögisoodat, köömneid jms. ning vormitakse eriliste vormide abil juustuks.

Kohupiimast valmistatakse veel nn. keedujuustu. Selleks kohupiima hapendatakse soojas või kohupiima-hallituse juurdelisamisega. Selliselt hapendatud kohupiima keedetakse või, soola, piima, munakollase ja fosforhapunaatriumi lisandamisega. Keetmisel segu muutub täiesti ühtlaseks ja vedelaks massiks, kusjuures fosforhapunaatriumi kulub seda enam, mida värskem on kohupiim. Keetmise järel valatakse juust vormidesse ja lastakse hanguda. Valmisjuustu kõvadus oleneb sellest, kui palju on juustule lisatud piima: mida suurem on piimasisaldus, seda pehmemat juustu saadakse.

Või ja juustu kõrval valmistatakse veel piimast koorejäätist, hapupiimajooke, näit. keefirit, võipiima; tööstuslikuks otstarbeks toodetakse piimast kaseiini, mida tarvitatakse kunstsarve valmistamiseks jne. Peale mainitute toodetakse piimast ka konserve, milledest tähtsamad on kondenseeritud piim ja piimapulber.

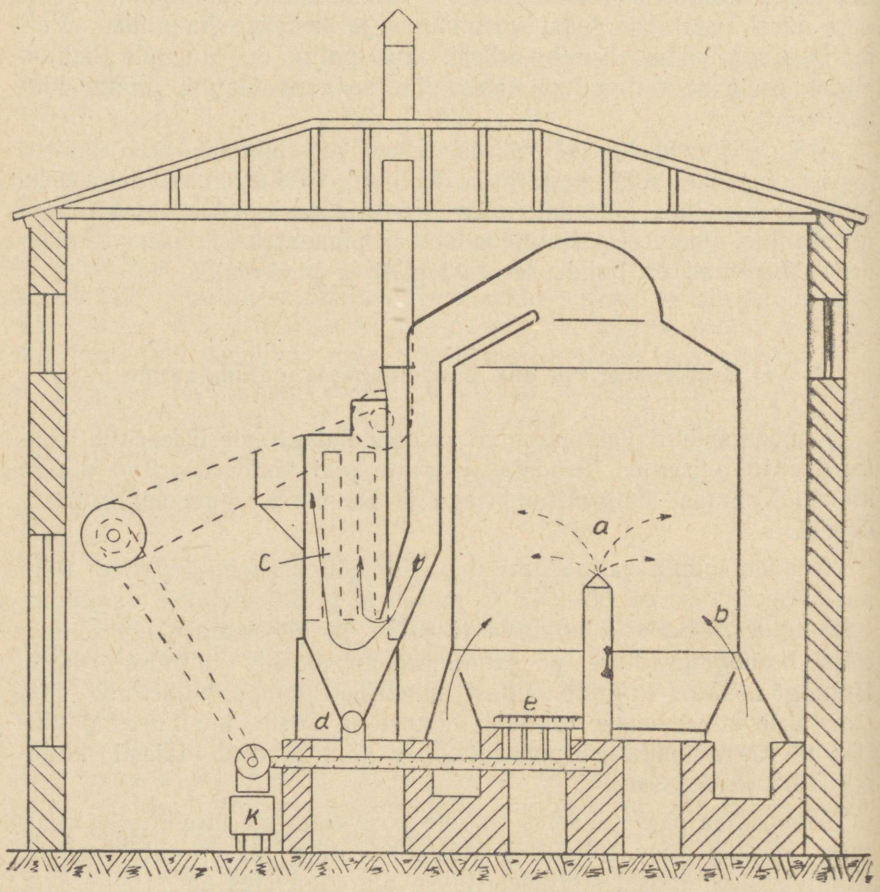
e) Kondenseeritud ehk kondentspiima valmistamine.

Kondentspiima valmistamine sarnleb üldiselt steriliseeritud konservide tootmisega. Toodetakse kahte liiki kondenseeritud piima: kooritud piimast suhkrulisandusega ja täispiimast ilma suhkrulisanduseta.

Kondentspiima valmistamisel on töökäik üldiselt järgmine. Piim pastöriseeritakse ca 85—90° C juures ning tihendatakse vaakuumaparaatides. Saanud nõutava tiheduse ja koostise, rändab piim edasi homogenisaatori ja jahuti kaudu tooside täitmise ruumi. Homogenisaator kujutab endast silindrilist pumpa, mille abil piim surutakse suure surve all läbi väikeste avauste, kusjuures piimas olevad rasvakuulikesed purunevad ja piim muutub täiesti ühtlaseks, homogeenseks.

Moodsates piimatehastes tooside pesemine, steriliseerimine, täitmine ja sulgemine toimub lintsüsteemil ning täiesti automaatselt. Kinnivaltsitud toosid steriliseeritakse autoklaavides ca 115—118° C juures 15—20 min. jooksul. Steriliseeritud toosid hoitakse enne nende laagerdamist 10 päeva jooksul eri kambrites ca 36°—37° C juures ning alles seejärel toimetatakse lattu, kus neid etikettidega varustatakse ja ärasaatmiseks kastidesse pakitakse. Suhkruga valmistatud kondentspiima rasva ja kuivaine sisaldus peab olema

kõrgem kui kondentstäispiimal. Üldiselt peab kondentspiim sisaldama rasva 7,8—8,5%, kuivainet üldse aga 25,5—28,5%, veesisaldus suhkrustatud kondentspiimal ei tohi olla üle 27%. Kondentspiima tarvitatakse kohvikoorena, ent ta on ühtlasi terveks toiduaineks eriti imikuile ja lastele.



Joon. 81. Piimapulbri valmistamise sisseseade skeem: *a* — pihustatud piim, *b* — kuum õhk, *c* — filtrid, *d* — pulbrikoguja tigu, *e* — pulbrikaabits, *k* — pulbrikast.

f) Piimapulbri valmistamine.

Piimapulbri valmistamiseks on kaks meetodit. Vanema viisi järgi valmistatakse nn. valtspulbrit. Selle valmistamisel lastakse piimal tilkuda kuumadele valtsidele, kus see kohe kõvaks kihiks kuivab. Tekkinud kiht eraldatakse valtsidest eriliste nugadega. Valtspulbri paheks on see asjaolu, et ta vees täielikult ei lahustu. Sellepärast eelistatakse nüüdsel ajal teist, s. o. pihustamisviisi.

Selle viisi kohaselt (vt. joon. 81) piim muudetakse pulbriks erilises kõrges tornis, kuhu piim rõhu all läbi erilise pihusti sisse pritsitakse. Ventilaatori survel surutakse torni ca 120° C-ni kuumendatud õhku, mis tornis aeglaselt alt üles liigub, kuna pihustatud piim aeglaselt alla langedes ära kuivab. Ülalt ühes sooja õhuga väljuv pulber püütakse kinni kõrvalasuvates filtrites, kust õhk valgub läbi tihedast riidest koti, pulber aga jääb viimasesse peatuma.

Selliselt kogutud piimapulber puistatakse vaheldumisi töötava raputi poolt alla vastavale tigule, mis piimapulbri viib pulbrikasti. Pihustamisprotsessis sadestub osa kuiva pulbrit põrandale, see pühitakse harjade abil tigu avaustesse ja toimetatakse seega samuti pulbrikasti.

Pihustamismenetlusel valmistatud piimapulber lahustub 100%-liselt külmas vees. Ta peab sisaldama 25—29% rasva ja mitte üle 7% vett. Toorest täispiimast saab tavaliselt ca 10% pulbrit. Piimapulbrit tarvitatakse peamiselt šokolaadi-, pagari- ja kondiitri- ning maitseainete tööstuses, troopikamaades, ekspeditsioonidel, ulgumerel jne.

g) Eesti NSV piimatööstus.

Piima töötlemise alal on meil juhtiva tähtsusega Piimaühistute Liit ja Toiduainete Tööstuse Ministeerium. Esimesel on terve võrk piimatalitusi üle riigi, mis toodavad peamiselt võid. Eesti NSV toiduainete tööstuse süsteemis töötab praegu kaks piimakombinaati, Tallinnas ja Tartus, mis toodavad võid, juustu, jäätist jne.

ETKVL-il on kaks piimatööstust, Sindis ja Raplas. Oleva viisaastaku jooksul ehitatakse Tallinna piimakonservimise tehas ja kolm piimakombinaati — Tallinna, Tartu ja Narva. Või toodang küünib 1950. a. 9000 t ning ületab seega 1945. a. toodangu taset neli ja pool korda, juustu valmistamine kasvab kolmekordseks, märgatavalt tõuseb toodetavate piimasaaduste kvaliteet ning laiendatakse sortimenti.

5. Tärklisetööstus.

a) Tärklise tootmine.

Kõige olulisema koostisainena tselluloosi kõrval esineb taimedes tärklis. Tärklis $[(C_6H_{10}O_5) \cdot n]$ on külmas vees lahustamatu ja keetmisel kliisterdub. Kuumutamise või hapete ja entsüümide mõjul muutub tärklis dekstriiniks ja see omakorda suhkruks.

Tärklist on võimalik saada nisust, riisist, maisist jt. teraviljadest; kõige lihtsamalt aga saadakse teda kartulist, kuna kartulis leiduv tärklis esineb suuremalt osalt vabal kujul, teraviljades ta on aga seotud rakkudevahelise, nn. proteiinainega.

Tärklise sisaldust kartulites määratakse tavaliselt nende erikaalu järgi, kuna kartuli erikaalu ja tärklise sisalduse vahel valitseb enam-vähem kindel vahekord. Keskmine tärklisesisaldus on kartulites 14—22%.

Meie tärklisetööstuse tooraineks on peamiselt kartulid, seepärast vaatleme siinkohal ainult kartulitärklise tootmist.

Kartulitärklise valmistamiseks kühveldatakse toored kartulid mehaanilisse puhastajasse, kus nad mehaaniliselt lähevad pesusse ja sealt esimese purustaja riivi alla. Selliselt purustatud kartulimass pumbatakse harjasõeltele, veega väljauhutud tärklis langeb raputaja sõeltele, kuna ülejäänud kartulimass suunatakse teise purustaja riivile lõplikuks purustamiseks ja sealt veel kord ülemisele harjasõelale uhtumiseks.

Harjasõeltele kogunenud tärklist toimetatakse nüüd pesemiseks rappuvaile sõeltele. Pesemisega eraldatud nn. praak pumbatakse praagibasseini, kuna tärklis läheb sadestumiseks sellekohastesse selgitusvannidesse. Paari päeva pärast peale selgitamist võetakse vannide põhja sadestunud tärklis välja, pestakse ning kuivatatakse.

Kuivatuskäik koosneb kahest osast: eelkuivatusest ja lõppkuivatusest.

Eelkuivatus seisab uhutud, nn. tärklispiima tsentrifuugimises, mille järel tärklisse jääb umbes 40% niiskust. Tsentrifuugimise ülesandeks ei ole ainult tärklise veest eraldamine, vaid ka selle puhastamine. Puhastamine seisab selles, et ajal, mil tärklisterad visatakse tsentrifugaaljõul vastu tsentrifuugi trumli seina, kergemad mustuse osakesed aga jäävad kauemaks ajaks ujuma vette ja moodustavad tärklisekihil mustusekorra alles tsentrifuugimise lõpul. See kiudosakestest, kergematest mullaosakestest ja bakteritest koosnev mustusekord hiljem kõrvaldatakse mahakraapimise teel.

Tsentrifuugist saadud tärklis sisaldab ca 40% niiskust ega ole sellisena kauemat aega alalhoitav, sellepärast peale mustuse kihi kõrvaldamist tõstetakse tärklis tsentrifuugist välja ja läheb lõppkuivatusele.

Lõppkuivatuse ülesandeks on eemaldada tärklisest üleliigne niiskus, vähemalt 20%-le, ning teha teda sellega säilitatavaks pikema aja jooksul.

Kui eelkuivatus toimus mehaaniliselt, ilma soojuse mõjuta, siis lõppkuivatus toimub eranditult vee äraaurutamise teel. Temperatuuri tõstmine sünnib järk-järgult, algab tavaliselt 35° C juurest ja lõpeb 45° C juures. Temperatuur võib olla kõrgem ainult vastavates kuivatusaparaatides, milledest tärklis liigub läbi kiiresti ja väga väikestes hulkades, näit. lintkuivatises.

Tärklise lõppkuivatusviise on palju, näit. raam-, kanal-, lint-, vaakuum- ja taldrikutel kuivatus.

Tärklist tarvitatakse: puudri valmistamisel (riisitärklis), pesu tärgeldamisel, riide apreteerimisel, toiduks, lõngade lihtimiseks, dekstriini ja tärklissiirupi valmistamisel jne.

b) Dekstriini ja tärklissiirupi valmistamine.

Dekstriini valmistamise tooraineks võetakse tavaliselt juba vaimis tärklis. Tärklis peab olema võimalikult puhas ega tohi sisaldada niiskust üle 20%. Tärklis asetatakse raudtrumlitesse ja kuumutatakse kas üksi või õli või auru sees üle 150° C. Esimesel juhul saadakse pruuni, teisel juhul aga valget dekstriini. Dekstriini on võimalik toota ka madala t° juures hapete toimel, kusjuures peamiselt tarvitatavad on soolhape (HCl) ja lämmastikhape (HNO_3).

Dekstriini valmistamine põhineb sel asjaolul, et tärklise molekul kuumutamisel puruneb ning muutub külmas vees lahustuvaks dekstriiniks, mis hapete toimel omakorda muutub suhkruks, s. o. maltoosiks ja glükoosiks. Selliselt toodetud lõpp-produkt on seejuures olenev suhkurdamise (hüdrolüüsi) kestusajast, mida skemaatiliselt võib väljendada järgmise valemiga:

$$\underset{\text{tärklis}}{(C_6H_{10}O_5)} \cdot n + n \cdot \underset{\text{vesi}}{H_2O} = \underset{\text{glükoos}}{(C_6H_{12}O_6)} \cdot n.$$

Suur glükoosisisaldus dekstriinis on kahjulik, kuna see vähendab dekstriini kleepuvust. Dekstriini tema vees lahustuvuse ja kleepuvuse tõttu tarvitatakse liimainena, nn. tärklis- ehk kontoriliimina.

Teda tarvitatakse veel apretuurtöödel, õlle ja puuviljaveini valmistamisel jne.

Tärklissiirupi valmistamine põhineb ülaltähendatud tärklise suhkurdumise omadusel ning toimub järgmiselt.

Võetakse tärklispiim, segatakse hästi läbi, lisatakse ca 2% väävel- või soolhapet ning keedetakse suhkrustamisaparaadis. Olenedes keetmise aja kestusest, saadakse kas nn. karamellsiirupit või glükoosi. Glükoosi tootmine nõuab üldiselt umbes poole pikemat keetmise aega, millega saavutatakse tärklise täielik suhkurdumine; vahel teostatakse keetmist surve all ja suurema happe kogusega.

Suhkurdamist proovitakse jood-kaaliumilahusega, kuna sellel on omadus värvida tärklist siniseks, dekstriini pruuniks ning suhkrut kollaseks.

Kui kõik tärklis on suhkurdunud, surutakse ta neutraliseerimistõrtesse, kuhu lisandatakse väävelhappega keetmise puhul kriiti ($CaCO_3$), soolhappega keetmise korral aga soodat (Na_2CO_3). Neutraliseerimisprotsessis tekivad kas kips ($CaSO_4$) või keedusool (NaCl), süsihappegaas ja vesi:

$$H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O,$$
$$2HCl + Na_2CO_3 = 2NaCl + CO_2 + H_2O.$$

Kriit või sool eraldatakse hiljem filterpressides, CO_2 haihtub, kuna vesi aurutatakse välja.

Neutraliseeritud siirup filtritakse korduvalt filterpressides ning aurutatakse vaakuumides nõutava konsistentsini.

Tärklissiirupit tarvitatakse peamiselt kondiitritööstuses, likööride, veinide, äädika jms. valmistamisel.

c) Kuivatatud kartulid.

Kuivatatud kartulite valmistamine põhineb aurutamise konservival toimel, s. o. niiskuse väljaaurutamisel. Kuivatatud kartulite valmistamiseks võetakse paremaid ja tärkliserikkamaid kartuli sorte. Kartulid lõigatakse 5 mm paksusteks viiludeks ning kuivatatakse kas päikese ja õhu käes või kunstlikult sõeltel vastavais kuivatites. Meie kliimas on tööstuslikult kasutatav ainult viimane. Kuivatatud kartulid säilivad hästi, kannatavad transportimist, kuid toituvuse poolest värskeid kartuleid asendada ei saa.

d) Eesti NSV tärklisetööstus.

Praegu meil Eesti NSV-s töötavad järgmised tähtsamad tärklise- ja siirupitööstused.

«Viru ettevõtted» asukohaga Rakveres koondavad enda alla kolm tehast. Need tehased alluvad ENSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumile. Viljandis töötab veel üks siirupitööstus, mis kuulub ETKVL-i süsteemi.

Viisaastaku plaan näeb ette veel ühe uue kartuli-siirupivabriku püstitamist Virumaal. Võrreldes 1945. a. tasemega suureneb meil siirupitoodang 1950. a. 3,6 korda.

6. Šokolaadi ja karamelli valmistamine.

a) Šokolaaditööstus.

Šokolaadi valmistatakse kakaoubadest, mida saadakse kakaopuu kurgisarnasest viljast. Igas viljas on 25—40 kakaouba, s. o. kakaotaime vilja seemet.

Kakao on narkootiline maitseaine, sest ta sisaldab 1,25—2,5% theobromiini ja 0,06—0,4% kofeiini. Kakaoubade aroomi suurendamiseks ja parkhapetest tingitud kibeda maitse vähendamiseks viljast eraldatud seemneid kuivatatakse ja fermenteeritakse.

Šokolaadi valmistamise lähteaineteks on kakaomass ja kakaopulber.

Kakaomassi valmistamiseks puhastatud, sorditud ja nõrgalt praetud kakao-oad eraldatakse kestadest ja purustatakse vastavais veskites. Osa rasva selliselt saadud kakaomassist eraldatakse tavaliselt pressimisega, mida teostatakse ca 100° C temperatuuris ja suure surve all. Nii saadakse nn. kakaokook või kakaovõi, mis sisaldab vähemalt 20% rasva.

Kakaokoogi peenendamisega ja vastava prepareerimisega saadakse kakaopulber.

Paremate šokolaadi sortide valmistamiseks võetakse kestadeta kakaomass, lisandatakse suhkrut ja vürtse. Selliselt valmistatud tootes rasvahulk ei tõuse üle 25%. Tavaliselt aga šokolaadi valmistatakse kakaopulbrist, ja siis peab šokolaadi saamiseks peale suhkru ja vürtside lisandama ka kakaovõid.

Vaatleme siinkohal šokolaadi- ja kompvekitööstuse «Kalev» šokolaadi valmistamise tehnoloogilist käiku.

Šokolaadi valmistamine algab ubade praadimisega, mida teostatakse vastavas aparaadis ca kahe tunni jooksul. Praetud oad suunatakse nüüd koorimismasinasse, mis oad tükeldab ja koore eraldab.

Kakaovõi saamiseks praetud ja tükeldatud kakao-oad jahvatatakse sellekohases veskis ja peenendatakse valtsimismasinaga. Selliselt peenendatud kakaoube pressitakse 350 atm. surve all ca 30—40° C juures. Sel viisil kakaovõist eraldatud kuivaine — kakaokook suunatakse veskisse ning jahvatatakse, mille tulemusena saadakse pulbriline kakao.

Šokolaadimassi valmistamiseks praetud ja purustatud kakaooad segatakse suhkru ja maitseainetega (olenevalt sordist). Segamine ja peenendamine toimub nn. «melangeur»- (loe melanžöör) segajas ca 45° C juures. Melanžöörist saadud segu suunatakse mitmest valtsmasinast läbi ning lõpuks asetatakse nn. «pikalthõõrujasse». Selles masinas lisandatakse šokolaadimassile tarvilisel määral kakaovõid ning hõõrutakse segu ca 24 tunni jooksul. Siit edasi läheb segu nn. tempereerimismasinasse, kus ta ca 30° C juures kristalliseerub. Järgmiseks asetatakse segu automaatsegajasse, mis valab segu metallvormidesse. Toote täielikuks väljavormimiseks täisvalatud vormid asetatakse veel klopplauale. Kloppimise järel viiakse vormid külmetuskappi ning hoitakse seal ca 8—15° C juures nende täieliku jahtumiseni. Jahtunud tooted võetakse vormidest ning pakitakse. Pakkimine teostub käsitsi.

Väärtusliku šokolaadi valmistamisel on tähtis, et sellesse ei satuks ekstraheeritud kakaovõid, võõrast rasva, parafiini ega mineraalõli, väheväärtuslikke orgaanilisi aineid, nagu näit. jahu, tärklist jne.

Šokolaadi hinnatakse välimuse, aroomi, maitse ja koostise järgi. Olenevalt sordist, šokolaad võib sisaldada suhkrut 55—60%, kakaoube, kakaomassi või rasva 25—45%. Kestainet ei tohi olla üle 3—4% ja tuhasisaldus ei tohi tõusta üle 1%.

Šokolaad kui maitseaine on ühtlasi rikas toiteaineiltki, sisaldades ca 6 cal. ühe g kohta; tema ainsaks puuduseks on vitamiinide puudus.

b) Karamell.

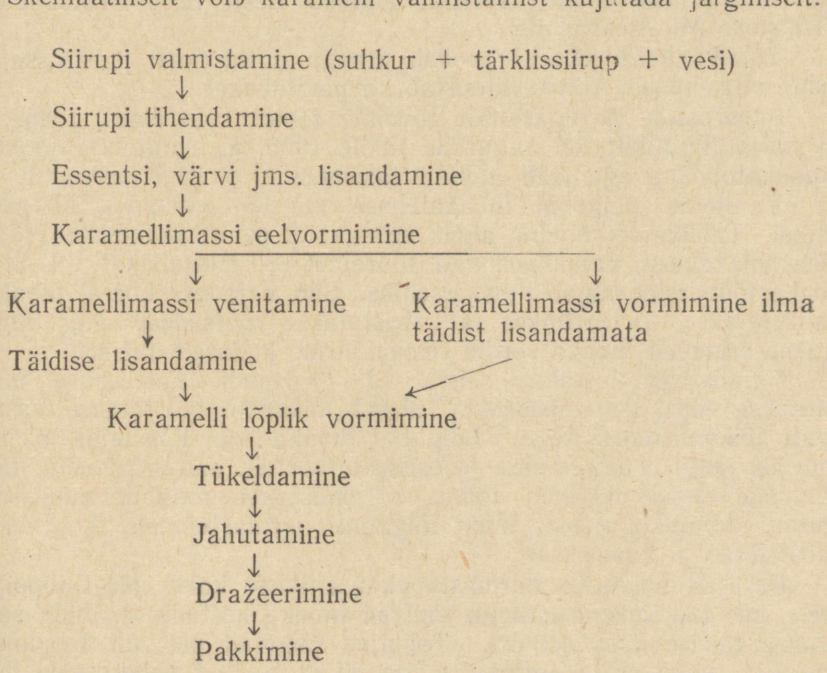
Karamell-tooted on kondiitrisaaduste seas tähtsuselt esikohal. Karamell-tooteiks nimetatakse kompvekke, mida valmistatakse karamelli massist ja väga tihti täidetakse veel keedise-, marmelaadi- jms. täidisega.

Karamelli mass valmistatakse tavaliselt suhkrust, tärklissiirupist ja veest. Segu keedetakse siirupiks kuni selle täieliku sulanemiseni ja tihendatakse aurutamisega vaakuumaparaatides 1,5—3,0% niiskuse sisalduseni. Kuumas olekus lisandatakse massile retsepti järgi essentsi, värvi jms. Jahtudes muutub mass venivaks, klaasiliseks ja läbipaistvaks. Enne massi tardumist toimub nn. eelvormimine.

Eelvormimist teostatakse kas masinatega või käsitsi soojal voolimislaual, samas toimub ka täidise lisandamine.

Karamelli lõplik vormimine toimub kompveki-vormimis- ja -tükeldamismasinal. Tükeldatud ja küllalt jahtunud kompvekid asetatakse nüüd nn. dražeerimiskatlasse, kus hariliku suhkru lisandamisega kompvekid muutuvad pealt mittekleepuvaks. Järgnevalt lähevad kompvekid pakkimisele, mis võib toimuda kas käsitsi või masinatega.

Skemaatiliselt võib karamelli valmistamist kujutada järgmiselt:



c) Eesti NSV šokolaadi- ja karamellitööstus.

Kondiitritooteid valmistavad meil Eesti NSV-s šokolaadi- ja kompvekivabrik «Kalev» ja karamellitoodete vabrik «Karamell».

«Kalev» toodab mitut sorti šokolaadi, biskviiti, šokolaadi-, dražeeritud jt. kompvekiliike.

Tööstus «Karamell» aga toodab peamiselt karamell-kompvekke — monpansjeed. Mõlemad vabrikud kuuluvad Eesti NSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi süsteemi.

Neljanda stalinliku viisaastaku jooksul mõlema vabriku toodang suureneb tunduvalt. Võrreldes 1945. a. toodanguga suureneb kondiitrisaaduste kogutoodang kolm korda, s. o. 2000 t 1945. a. 6000 t-le 1950. a.

7. Tubakatööstus.

Tubakatööstuse alal töötab meil kaks tubakavabrikut, «Leek» ja «Ahto». Mõlemad vabrikud alluvad Eesti NSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumile.

Tubakavabrik «Leek» toodab praegu mitut sorti paberosse ja sigarette, kuna «Ahto» valmistab ka pakitubakat.

Paberosside ja sigarettide toodang tõuseb võrreldes 1946. a. 1 miljardilt tükilt 1,8 miljardile tükile 1950. a., sama aja jooksul tubakatoodang aga jääb endisele tasemele, s. o. 25 t aastas.

Vaatleme siinkohal tubakatehase «Leek» tehnoloogilist protsessi. Tubaka töötlemine algab sellega, et peatubakameister võtab lehttubakalaost vajaliku hulga toorainet — lehttubakat. Lehttubaka töötlemine algab tubakatsehhis. Siin vajaduse korral tubakas niisutatakse, sorteeritakse ja vabastatakse rootsudest ning segatakse erinevad tubaka sordid retseptuuride kohaselt seguks.

Valmissegu lastakse seista 12—14 tundi, kaalutakse ning antakse edasi lõikamistsehhi. Tubaka lõikamist teostatakse vastavate lõikamismasinatega. Lõigatud tubaka kiu lõikelaius oleneb sordist ning on kõrgemate ja esimeste sortide juures peenem. Lõikamisprotsessis tekkivat tolmu kõrvaldatakse tolmueraldamisseadisega tolmukogujasse, kuna lõigatud narmastubakas kogutakse kastidesse ja kaalutakse.

Parajalt kuivanud narmastubakat antakse kaalu järgi toppijatele, kes toppimismasinatega topivad tubaka kestadesse, mida saadakse tehase kestatsehhist. Toppijad jälgivad pidevalt toppimise parajat tugevust ja eraldavad korralikult topitud paberosside hul-

gast praakpaberossid, mis lähevad uuesti toppimisele. Tööperioodi kestel osakonna juhataja ja ta abid kontrollivad toppimise tugevust. Igalt masinalt võetakse iga päev proove, neid proove kaalutakse ning tehakse seega kindlaks 1000 paberossi tubaka kaal. Saadud kaaluandmeid võrreldakse vastavate normidega. See toiming on vajalik, et ei toodetaks paberosse, resp. sigarette kergema kaaluga, kui vastavad normid ette näevad.

Topitud paberossid kogutakse kastidesse ning saadetakse lintliftiga paberosside-sigarettide hoiuruumi, kus neid hoitakse lahtiselt veel kuni 24 tundi.

Hoiuruumis seisnud paberossid antakse siis käsitsipakkijaile, kes neid pakendeisse pakivad, teostades pakkimise ajal ka praakimist. Pakendid varustatakse kaubamärgiga, mis ühtlasi pakendi kinnitab. Kaubamärgistatud pakendeist tehakse 40 või 50 pakendit sisaldavaid suuri pakke, mis sisaldavad à 1000 tükki paberosse või sigarette. Selliselt pakituna saadetakse tubakatooted turustamiseks.

XI peatükk.

ÕLLE-, PIIRITUSE-, VEINI- JA MAHLATÖÖSTUS.

1. Õlletööstus.

a) Õlle valmistamise lähteained.

Õlu on ekstraktiivaineterikas alkoholne jook, mida valmistatakse veest, odralinnastest ja humalatest nn. õllepärmide lisandamisega. Õlle valmistamiseks võetav vesi peab olema hea maitsega, puhas ja pehme. Linnaseid valmistatakse tavaliselt kahetahulisest suviodrast, mis peab omama head idanemisvõimet (85—95%), suurt tärklisesisaldust (60—70%), valkainete % ei tohi ületada 10—14%. Odra juures on veel tähtis terade suurus, nende puhtus, värvus ja kesta paksus.

Mõningate õllesortide valmistamisel tarvitatakse ka mitmetahulist suviotra, riisi (moskva õlu), nisu ja maisi.

Humal (*Humulus lupulus*) kuulub nõgeseliste perekonda ning on mitmeaastane kahekojaline rohttaim, mille käbisid, mis sisaldavad kollast tolmu, nn. lupuliini, kasutataksegi õlle valmistamisel. Lupuliini keemilisse koostisse kuuluvad eetrilised õlid (0,3—1,0%), vaigud, happed ja parkained. Eetrilised õlid annavad õllele aroomi, vaigud ja happed erilist mõrumaitset, kuna parkained suurendavad õlle vastupidavust hoidmisel ning soodustavad selle selginemist, koaguleerides valku.

Õlle valmistamiseks tarvitatakse ainult kultuurhumalaid. NSV Liidus kasvatatakse humalaid Ukraina NSV-s (Žitomiri rajoonis), Tšuvaši ANSV-s, Kostroma ja Moskva oblastis ja mujal.

Käärimisprotsessi tekitamiseks tarvitatakse nn. õllepärmi, mida valmistatakse laboratoorselt. Tuntumad pärmide liigid on Carlsberg nr. 1 ja nr. 2, Frohberg jt.

b) Õlle valmistamise tehnoloogiline protsess.

Õlle valmistamise tehnoloogiline protsess jaguneb kolme järku: 1) linnaste valmistamine, 2) meski keetmine, 3) virde käärimine.

Linnaste valmistamiseks puhastatakse odrad hoolikalt mullast, umbrohu seemneist, tolmust jt. lisandeist ning leotatakse puhtas vees 48—72 tunni jooksul.

Küllalt ligunenud odrad asetatakse kas betoonist või asfaldist linnasekeldri põrandale peenardena või nn. pneumaatilistesse linnaste kasvatamise aparaatidesse, mis kujutavad endast perforeeritud seintega aeglaselt pöörlevaid trumleid.

Linnaste temperatuur tõstetakse 7—8 päeva jooksul 8°—15° C-ni, kusjuures keldri põrandal kasvatamise korral seda reguleeritakse peenarde kühveldamisega, aparaatidesse aga juhitakse vajaduse järgi kas rõsket või jahedat õhku. Idanemisel muutub odras leiduv tärklis soojuse ja niiskuse mõjul ning ferment diastaasi toimel linnasesuhkruks ehk maltoosiks, mis õlle edasisel valmimisel pärmiseente mõjul käärib piirituseks ja süsihappegaasiks.

Küllalt idanenud linnaste kasv peatatakse nende kuivatamisega. Head linnased sisaldavad vähemalt 70% ekstrakti (kuivainele arvestatuna!), ca 50% vett, koaguleeritud ja koaguleerimata valku jms.

Olenevalt linnaste kuivatamise kestusest ja kuivatamise temperatuurist, saadakse kas heledaid või tumedaid linnaseid. Linnaste kuivatamist ehk küpsetamist toimetatakse kuuma õhuga erilistes, tavaliselt kolmekordsetes kuivatites. Tärklise kliisterdamise vältimiseks t° hoitakse esialgu ca 45° C piirides, ning alles siis, kui suurem osa niiskusest on välja aurutatud, tõstetakse temperatuur ca 75° C-ni. Heledad linnased evivad suuremat suhkurdumistoimet, kuid sisaldavad vähem vees lahustuvaid aineid; nende küpsetamine kestab ca 24 tundi. Tumedate linnaste valmistamine toimub kõrgemas temperatuuris ja kestab kuni 48 tundi, seejuures 80—95° C temperatuuris suhkru-, valk- ja rasvainete arvel tekivad maitse-, värv- ja lõhnaained, suhkurdumistoime aga väheneb.

Heledaid linnaseid tarvitatakse heledate õllesortide (pilsen) valmistamiseks, kuna tumedad lähevad nn. müncheni tüüpi õllesortide tootmiseks. Õlle värvimiseks tarvitatakse veel pruunikspraetud linnaseid, milleks neid kuumendatakse ca 170—200° C-ni.

Küpsetatud linnased sisaldavad 1,5—4,0% vett; neid puhastatakse idudest ja hoitakse laos vähemalt ühe kuu jooksul, mille kestel toimub nende lõplik valmimine, kusjuures niiskussisaldus neis vähe suureneb (5—7%).

Meski keetmiseks linnased jahvatatakse valtside vahel, vabastatakse kestadest ning siis kas otse leotatakse vees, mille

temperatuuri järk-järgult tõstetakse ca 75° C-ni, või soojendatakse jahvatatud linnaseid meskimisaparaadis, kusjuures osa meskist (⅓) pumbatakse korduvalt üle meskikatlasse, kuumendatakse seal keemiseni ning lastakse siis jälle tagasi meskimisaparaati. Säärast ülepumpamist toimetatakse 3—5 tunni kestel kaks kuni kolm korda, kusjuures temperatuur aga tõstetakse järk-järgult 50°, 65° ja 75° C-ni. Sellise kahekordse või kolmekordse keetmise juures fermendid pääsevad paremini mõjule ja suhkurdumisprotsess toimub täielikumalt. Seejärel pumbatakse meski filtrimistõrde, kus meski lahustumata osa, nn. õlleraba, välja sadestub ja saadakse selge filtraat, mida nimetatakse virdeks.

Virre suunatakse keedukatlasse ning keedetakse 1,5—2 tunni jooksul. Keetmise ajal lisandatakse humalaid. Linnaste ja humalate omavaheline vahekord oleneb õlle sordist, näit. heledate õllesortide valmistamisel võetakse humalaid ca 1,5% linnaste kaalust, kuna tumedate õllesortide keetmisel vähem, s. o. umbes 1%. Ühe hl õlle valmistamiseks võetavate humalate kogused on üldiselt aga väga kõikuvad (160 g — 450 g). Humalate lisandamisega omandab õlu aroomi, kibeda maitse ja püsivust.

Peale keetmise lõpetamist lastakse kuum virre läbi sõelte ning jahutatakse ca 5—8 tunni kestel. Osalist jahutamist teostatakse nn. jahutuspannidel, kus virdel lastakse rahuneda, et põhja settiks nn. truup, ning siis lastakse virre puust kääritõrtesse, kus teda lõplikult jahutatakse.

V i r d e k ä ä r i m i n e võib toimuda kas põhja- või pealispärmidega; esimesel juhul käärimist teostatakse 5—10° C juures (põhjakäärimine), teisel juhul temperatuur hoitakse ca 20° C (pinnakäärimine). Meil Eesti NSV-s valmistatakse õlut peamiselt põhjakäärimisega. Põhjakäärimine toimub aeglaselt, kuid õlu omandab palju suurema vastupidavuse. Pinnakäärimisega valmistatud õllesordid, millel on vaid väga lühike järelkäärimine, sisaldavad aga palju CO_2, liigseid pärme ja lähevad seismisel ruttu rikki. Seega algab käärimine pärmikultuuri lisandamisega, kusjuures eristatakse nn. pea- ehk algkäärimist, mis kestab umbes 8—10 päeva ja millele järgneb noore õlle küpsemiseks vajalik pikem periood, nn. lõppkäärimine keldritemperatuuris (1—3° C), mis kestab kuni kaks kuud.

Pinnakäärimisel valmib õlu aga palju kiiremini: siin kestab peakäärimine 2—5 päeva, lõppkäärimine aga kõigest 3—4 päeva.

Lõppkäärimisel tekivad õlle valmimisel alkoholse käärimise kõrval veel spetsiifilised lõhna- ja maitseained, õlu selgub ja küllastub CO_2-ga.

Õlle kvaliteedi ja sordi tähtsamaiks näitajaiks on virde esialgne (s. o. enne käärimist) ekstraktiivainete kontsentratsioon, mis tavaliselt kõigub 11—14%.

Piirituse sisaldus on õlles samuti kõikuv (3—5%); ekstrakti sisaldus õlles, olenevalt valmistamisviisist, on 3—10%. Peale piirituse ja ekstrakti leidub õlle koostises veel piimhapet, äädikhapet, N-aineid, glütseriini, süsivesikuid ja mineraalaineid.

Õlu on temas leiduvate mineraalsoolade ja entsüümide tõttu hea, värskendav, teatava toiteväärtusega ja dieteetilise tähtsusega jook, kuid loomulikult selle liigtarvitamine on kahtlemata kahjulik.

c) Eesti NSV õlletööstus.

Õlletööstus Eesti NSV-s on koondatud Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi alla, kellele alluvad järgmised suuremad õlletehased, nagu Saku õlletehas, Tartu õlletehas, Pärnu õlle- ja limonaaditehas, Valga õlle- ja peenviinatehas jt. Oleva viisaastaku jooksul ehitatakse meil uus õlletehas Jõhvi; õlletoodang tõuseb 1950. a. 180 000 hl-le, mis moodustab 1946. a. plaaniga võrreldes (105 000 hl) — 58% kasvu.

Meie õlletööstusest täielikuma ülevaate saamiseks vaatleme siinkohal Saku õlletehase tehnoloogilist protsessi.

Saku õlletehase toodang 1946. a. moodustas 50 000 hl, s. o. ca 50% üldplaanist. Toorainena tehas tarvitab nii kohaliku päritoluga kui ka Ukraina NSV-st sisseveetavat otra; puhast õllepärmi kultuuri saadakse Moskvast. Humalaid saadakse samuti tsentraliseeritud korras teistelt liiduvabariikidelt.

Oder ja humalad säilitatakse tehase odrapõõningul. Enne tarvitamist odrad puhastatakse ja sorditakse erimasinate abil.

Linnaste valmistamiseks tarvitatakse ainult I ja II sordi otri, kuna III sort läheb loomasöödaks. Otra leotatakse veega täidetud ja õhutamisseadeldisega varustatud leotuskastis 72 tundi, millest 48 tundi odrad hoitakse vee all ja ülejäänud aja kuivalt. Leotisvee temperatuur hoitakse ca 12—15° C. Peale leotamise lõpetamist asetatakse odrad linnasekeldri põrandale ca 25 sm paksuse kihina, kusjuures iga lava tuleb kaks korda päevas ümber keerata. Idanemise ja kasvamise aeg on 7 päeva, temperatuur — 15—18° C. Peale kasvamisprotsessi lõpetamist tõstetakse toorlinnas elevaatoriga kuivatisse, kus teda aeglaselt kuivatatakse 24 tunni jooksul. Kuivatamise lõpptemperatuur on 82° C. Kuivlinnase niiskussisaldus on 3—5%. Laagerdamine kestab 1—2 kuud.

Enne meski valmistamist puhastatakse linnased sellekohases poleermasinas ning siis jahvatatakse kuuevaltsilises veskis. Saadud jahvatis juhitakse meskimisaparaati ning meskitakse kahekordse keetmise teel 35° C juures. Suhkurdumine kestab ca 20—25 min. 70° C temperatuuris.

Meski keetmisele järgneb selle filtrimine. Filtrimisega saadud virret keedetakse kaks tundi. Humalaid lisandatakse hl õlle kohta 225—250 g. Peale virde valmistamist humalad eraldatakse ning õlu pumbatakse üle jahutuspannidele. Jahutuspannidelt lastakse õlu torustiku kaudu kääritõrtesse ning jahutatakse ca 5° C-ni.

Edasi lisandatakse põhjapärmi (½ l l hl õlle kohta), mille järel algab käärimine. Peakäärimine toimub 7—9 päeva jooksul, kusjuures käärimistemperatuuri alandatakse 10°—5° C-le (põhjakäärimine!). Järelkäärimist teostatakse laagrikeldris, selle kestus on õllesordist olenevalt 21—42 päeva; järelkäärimist teostatakse ca 3° C temperatuuris.

Selliselt seista lastud, laagerdatud õlu analüüsitakse ning analüüsi tulemuste vastavusel kehtivatele standarditele valatakse õlu müügile saatmiseks nn. transportvaatidesse.

Tehas on seni valmistanud 4 sorti õlut: «Pilsen», «Riia», «Sangar» ja «Ekstra». Algvirde sisaldus neis kõigub 11—14,5%.

2. Piiritus.

a) Toorained.

Piirituse, etüülalkoholi (C_2H_5OH) valmistamise lähteained on väga mitmesugused, kusjuures selle tootmine võib toimuda kas nn. alkoholsel käärimisel, s. o. orgaaniliste ainete fermentatiivsel muundumisel, või puhtkeemiliselt.

Esimesel juhul toorainena kasutatakse suhkru- või tärkliserikkaid lähteaineid, nagu melassi (suhkrutööstuse jäätmed), kartuleid, maisi, rukist, otri, tärklisetööstuse jäätmeid jne.

Keemilisel teel on aga näit. võimalik valmistada piiritust tselluloosist, seda algul hapete toimel glükoosiks muutes ja siis edasi alkoholiks käärida lastes. Nii valmistatakse piiritust saepurust, sulfiittselluloositööstuse jäätmeist ja teistest tselluloosi sisaldavaist aineist.

Meie Eesti NSV piiritustööstuse toorainena evivad peamist tähtsust kartulid ja ka teravili.

Seega on piiritustööstus toorainele orienteeruv tootmisharu, mis on otseselt seotud põllumajandusega kui oma toorainebaasiga, mil-

lest tingituna ka valdav osa piiritustehaseid asub meil mööda maad laiali.

Kartulis (16—24%) ja teraviljas (45—75%) leiduvat tärklist ei ole võimalik pärmiseente toimel käärima panna, sellepärast tarvitatakse pärmi toiduainena käärimisprotsessi tekitamiseks linnaseid.

Piirituse valmistamine nõuab suurema diastaasi-sisaldusega linnaseid, s. o. aktiivsemaid linnaseid, seepärast kestab piiritustööstuses linnaste kasvatamine kauemini kui õlletehastes, s. o. ca 10—15 päeva, kusjuures 100 osa kartulitärklise kohta võetakse tavaliselt 10—15 osa otri, millest ca 66% tarvitatakse meski suhkurdamiseks, kuna 34% läheb pärmimeski valmistamiseks.

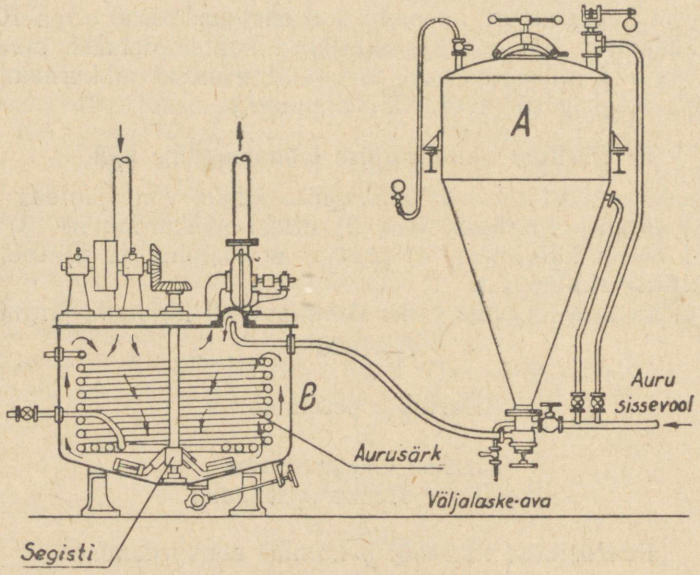
b) Piirituse valmistamise tehnoloogiline käik.

Piirituse valmistamise tehnoloogilist käiku võib jaotada viide järku: 1) tärklise kliisterdamine, 2) meski suhkurdamine, 3) suhkurdatud meski käärimine, 4) praaga eraldamine ja 5) toorpiirituse rektifitseerimine.

Kartulipiirituse tootmist võiks skemaatiliselt kujutada järgmiselt:

Kartulid
↓
Kartulite pesemine
↓
Tärklise kliisterdamine
(keetmine Henze aparaadis)
↓
Pudrustatud kartulite puhumine suhkurdamisnõusse ja nende jahutamine
↓
Meski suhkurdamine linnastega
(meskikatlas)
↓
Pärmide lisandamine (2—3%) ja massi kääritõrtesse ülepumpamine
↓
Käärimine
↓
Praaga eraldamine
↓
Toorpiirituse puhastamine — puskarõli, aldehüüdide ja estrite eraldamine
↓
Rektifitseeritud piiritus.

Piirituse valmistamiseks võetavad kartulid pestakse sellekohastes masinates ning asetatakse nad nn. Henze aparaati, kus neid kliisterdatakse keetmisega ca 2,5—3,5 atm. rõhumisel. Keetmine kestab 1—1,5 tundi. Edasi küllalt kliisterdunud, pudrustunud kartulimass pressitakse auru survel suhkurdamisnõusse, kus seda järsult jahutatakse ning lisandatakse linnaseid.



Joon. 82. Henze aparaat ja suhkurdamisnõu: *A* — Henze aparaat, *B* — suhkurdamisnõu.

Jahutamine on tarvilik fermentide, s. o. diastaasi aktiivsuse säilitamiseks, sest et diastaasi optimaalne t° on 30° C; tegelikult aga toimetatakse suhkurdamist ca 55—60° C juures, mil hüdrolüüs käib palju kiiremalt, ilma diastaasi aktiivsuse tunduva vähenemiseta. Suhkurdamine kestab 15—20 min., mille järel t° tõstetakse 61—62,5° C-ni. Seda tehakse meski steriliseerimise otstarbel meskisse kartulitega ja õhust sattunud mikroorganismide elutegevuse takistamiseks.

Diastaasi toimel muutub kartulis olev tärklis maltoosiks ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ja dekstriinideks. Suhkurdamisele järgneb meski käärimine, milleks meski pumbatakse üle käärimistõrtesse, kuhu lisandatakse ca 2—3% puhast pärmikultuuri.

Käärimisel maltoos muutub pärmiseente fermentide toimel glükoosiks:

$$\underset{\text{maltoos}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{vesi}}{H_2O} = 2\underset{\text{glükoos}}{C_6H_{12}O_6}.$$

Seejuures glükoos laguneb ferment tsümaasi toimel edasi etüülehk viinapiirituseks ja süsihappegaasiks:

$$\underset{\text{glükoos}}{C_6H_{12}O_6} = 2\underset{\substack{\text{etüül-}\\\text{piiritus}}}{C_2H_5OH} + 2\underset{\substack{\text{süsihappe-}\\\text{gaas}}}{CO_2}.$$

Käärimise üldkestus on ca 65—72 tundi, seejuures eristatakse alg-, pea- ja järelkäärimist.

Algkäärimist iseloomustab pärmiseente aktiivne paljunemine, selle kestus on 12—18 tundi; CO_2 eraldumine on tagasihoidlik ning piiritusesisaldus meskis ei tõuse mahu järgi üle 4%.

Peakäärimisel temperatuur tõuseb tunduvalt, selle kestus on samuti ca 12—18 tundi, mille kestel eraldub rohkesti süsihappegaasi.

Järelkäärimisel toimub peamiselt dekstriinide suhkurdumine, CO_2 eraldumine väheneb. Järelkäärimine kestab keskmiselt kuni 30 tundi.

Selliselt ärakäärinud pärmimeski piiritusesisaldus on väga madal — tavaliselt 8—9 mahu-%, ning ainult mõningatel juhtudel vähe kõrgem (kuni 14 mahu-%).

Käärinud pärmimeski koosneb lenduvaist aineist, nagu vesi, etüül-, propüül-, butüül ja teised piiritused, orgaanilisist happeist, aldehüüdidest, estreist jne., ning tahkest jäägist (liigsed pärmid, suhkurdumata tärklis, kartulikoore jäätmed jms.), mis piirituse edasisel puhastamisel nn. praagana eraldatakse ja kasutatakse jõusöödaks loomadele nagu õllerabagi.

Piirituse puhastamise ülesandeks on tõsta piirituse kangust ehk kontsentratsiooni ja kõrvaldada võimalikult täielikult toorpiirituses leiduvad kõrvalained, nagu aldehüüdid, estrid, happed, furfurool, puskarõli jms.

Ühekordsel destilleerimisel on võimatu toorpiiritust puhastada ning saavutada vajalikku kontsentratsiooni, kuna piirituses leiduvad kõrvalained ei lase end hästi eraldada, hoolimata sellest, et nende keemispiirid tunduvalt erinevad etüülalkoholi keemistäpist. See asjaolu on seletatav sellega, et need kõrvalained lahustuvad piirituses ja selle aurudes ning auruvad koos piiritusega. Seepärast varemalt puhastati piiritust korduva destilleerimisega, kusjuures esimesel destilleerimisel saadi 25, teisel 50, kolmandal 70 ja neljandal 80 mahu-%-ga piiritust.

Nüüdsel ajal korduva destilleerimise asemel kasutatakse nn. rektifitseerimist. Rektifitseerimine seisab toorpiirituse korduvas aurutamises ning etüülpiiritusest kõrgema t° juures keevate ainete, nagu vee, puskarõli jms. osalises kondenseerimises ehk deflegmeerimises, mis kõik toimub rektifikatsiooniaparaadis.

Rektifitseerimisprotsessi mõju suurendamiseks teostatakse tihti toorpiirituse eelpuhastamist. Need eelpuhastamised on kas füüsikalised, näit. söega, või keemilised.

Meil rakendatakse keemilist eelpuhastust leelise ja kaaliumpermanganaadiga, teostades seda tavalisesti lahja kaaliumpermanganaadi ($KMnO_4$) lahusega, millele järgneb toorpiirituse läbitöötamine leelisega, enamail juhtudel naatriumhüdroksüüdiga (NaOH) või soodaga (Na_2CO_3), mille toimel toorpiirituses leiduvad happed ja estrid seebistuvad ja kõrvalduvad rektifitseerimisprotsessist.

Rektifitseerimine võib toimuda kas pidevalt või perioodiliselt töötavate aparaatidega. Esimesed on ökonoomsemad ja nendega saadud nn. rektifitseeritud piiritus ületab kvaliteedilt perioodiliselt töötavas aparaadis saadud piirituse, kuid ka viimastega võib saada kahekordsel destilleerimisel kõrgekvaliteedilist piiritust.

Meie piirituspuhastamistehased töötavad suuremas enamikus kõik nn. Savalle'i süsteemi perioodiliselt töötavate aparaatidega.

Piirituse puhastamine Savalle'i aparaadiga toimub järgmiselt. Aparaadi katel täidetakse keemiliselt eelpuhastatud piiritusega ning siis hakatakse katla sisu soojendama. Piiritus hakkab katlas keema. Keemisel piirituse aurud lahkuvad katlast ning suubuvad rektifikatsiooni kolonni, kus nad mööda nn. taldrikuid üles tõusevad. Osa piirituse aure kolonnis jahtub ja kondenseerub vedelikuks, mis osalt jääb taldrikuile, osalt aga jookseb tagasi katlasse. Järgnev piirituse aurude tõus kolonnis tõstab taldrikuil temperatuuri kuni neil asuva piirituse keemiseni. Piirituse aurud, tõustes kolonnis kõrgemale ja kondenseerudes järgnevail taldrikuil, annavad järjest kangema ja kangema piiritusevedeliku. Lõpuks piirituse aurud täidavad kogu kolonni ja siirduvad deflegmaatorisse, kust osa aure läheb edasi jahutisse, kondenseerub seal vedelikuks ja väljub filtri ja kontrollaparaadi kaudu destillaadina. Osa aure aga kondenseerub deflegmaatoris ja saadud vedelik voolab kolonni tagasi.

Rektifitseerimisel, nn. eeljooksul, eralduvad kõik piirituses leiduvad kõrvalained, mis võrreldes etüülpiiritusega evivad madalamat keemistäppi; siia kuuluvad äädikhappealdehüüd, sipelghappeetüülester, äädikhappe-etüülester jne., mida kõiki tööstuspraktikas nimetatakse «aldehüüdideks» ja «estriteks».

Kui destillaadis enam ei esine madalaltkeevaid kõrvalaineid, siis minnakse üle puhastatud piiritusele.

Peale üleminekut puhastatud piiritusele eraldatakse kõrvalained, mille keemistäpp on kõrgem kui etüülalkoholil, ja mida nimetatakse järeljooksuks. Järeljooksu kõrvalainete hulka kuuluvad isobutüülalkohol, furfurool, puskarõli jne. Rektifitseerimist teostatakse kuni puhta vee ilmumiseni filtrisse.

Standardi järgi rektifitseeritud piiritus peab evima 95,5 mahu-% kangust, kusjuures mitmesuguste lubatavate lisandite ülemmääraks on: aldehüüde — 0,002%, puskarõli — 0,003%, furfurooli — 0% jne.

Absoluutse piirituse (100%) saamiseks paigutatakse temasse suure veeimavusega aineid, näit. CaO, $CuSO_4$ jt., mis piiritusest viimse vee välja imevad.

Piirituse kangust mõõdetakse tema erikaalu järgi. Absoluutse piirituse erikaal on 15° C juures 0,79425. Veega lahjendatud piiritus (viin) on seda kangem, mida väiksem on selle erikaal.

Rektifitseeritud piiritust tarvitatakse peamiselt viina valmistamiseks, milleks teda lahjendatakse veega ning filtritakse läbi süte. Rektifitseeritud piiritust tarvitatakse veel likööride, nalivkade, kunst-rummi ja -konjaki, lõhnaõlide, kõlnivee jms. valmistamisel.

Tehnilisteks otstarveteks minevat piiritust denatureeritakse. Denaturaati valmistatakse tavaliselt toorpiiritusest, kusjuures joomiseks kõlbmatuks tegemiseks lisandatakse piiritusele puupiiritust, püridiinaluseid, formaliini jne.

Denatureeritud piiritust tarvitatakse kütte- ja valgustusainena, desinfitseerimiseks, keemiatööstuses, ravivahendina jne.

c) Eesti NSV piiritustööstus.

Piiritustööstus Eesti NSV-s on allutatud meie Toiduainete Tööstuse Ministeeriumile, mille süsteemis töötab terve võrk toorpiirituse vabrikuid. Toorpiirituse vabrikud moodustavad valdava enamuse meie piiritustööstusest, kuna viina, peenviina, likööri jms. toodavad järgmised suuremad tehased, nagu Tallinna viinatehas, Tallinna peenviinatehas, Tartu viina- ja pärmivabrik, Valga õlle- ja peenviinatehas jt.

Piirituse tootmine toimub üldiselt ülalkirjeldatud põhimõtete kohaselt.

3. Vein.

Vein on alkoholne jook, mida saadakse suhkrut sisaldavate marja- või puuviljamahlade alkoholsel käärimisel.

Eriti hinnatakse toorainena veinide valmistamisel viinamarjamahla, kuna selle koostis võimaldab veini valmistamist ilma mingi teiste lisaaineteta. Meie kliimas valminud marjad ja puuviljad sisaldavad aga liiga palju happeid ja vähe suhkrut, ka ei leidu neis viinhapet. Seepärast kohalikust toorainest marja- ja puuviljaveinide tootmisel tuleb mahla happesust paratamatult veega lahjendada ning lisandada suhkrut, muidu käärimisprotsess ei arene normaalselt.

Veini valmistamiseks määratud marjad või puuviljad pestakse ning purustatakse. Sel viisil saadud mahlale lisandatakse puhast pärmikultuuri ja käärimisprotsess algab. Soodsais tingimusis toimub käärimine algul intensiivselt suure CO_2 hulga eraldumisega. See peakäärimine kestab kuni 14 päeva ning siis algab järelkäärimine, mis veinidel kestab üle aasta. Edasi kallatakse noor vein pärmi pealt ära ja asetatakse jahedasse (alla 10° C) ja ühtlase temperatuuriga ruumi ning laagerdatakse pikema aja jooksul kuni pudeleisse valamiseni.

Käärimisel ja pärastisel seismisel tekivad veinis mitmesugused estrid ja lenduvad happed, lähteaineist satuvad temasse eetrilised õlid ning vein omandab aroomi ja maitset.

Alkoholisisaldus on veinides kõikuv (7—16 mahu-%), kusjuures suurema alkoholisisaldusega veinid säilivad paremini.

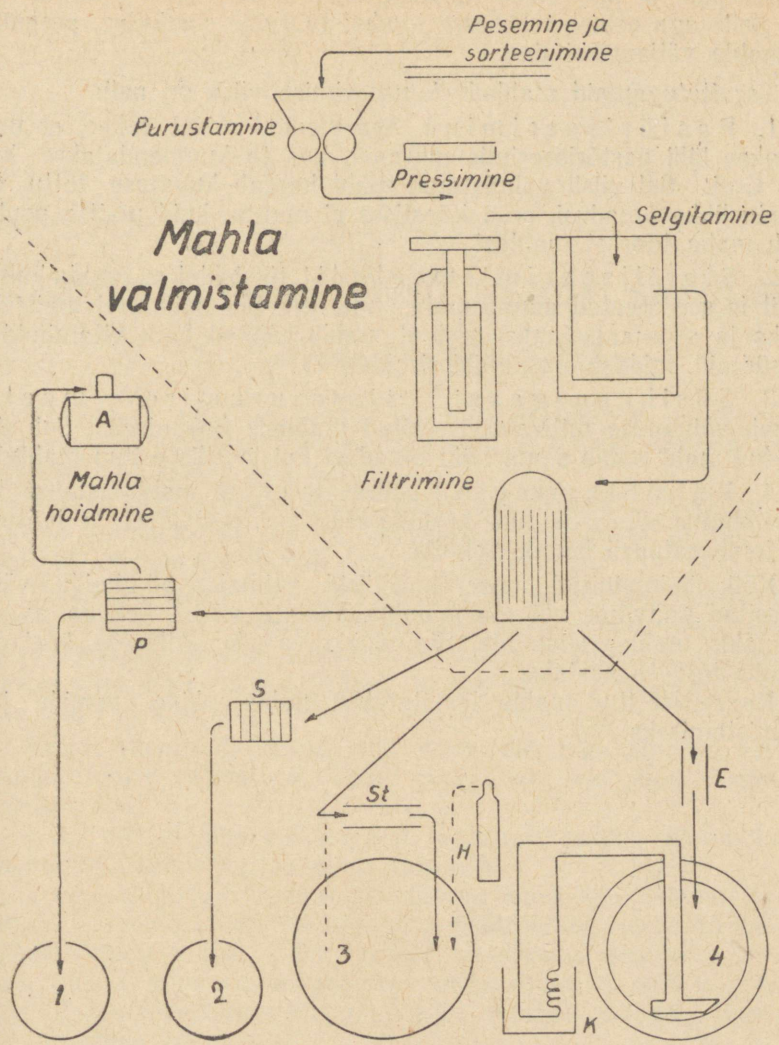
Marja- ja puuviljaveinid sisaldavad: etüülalkoholi, glütseriini, aldehüüde, estreid, glükoosi, fruktoosi, õunhapet, sidrunhapet, äädikhapet, pektiinaineid, lämmastikku, parkhapet, värvaineid jne.

Peamiseks tooraineks veinide valmistamisel on meil õunad, sõstrad ja kirsid, kuid ka teised marja- ja puuviljamahlad leiavad kasutamist veinivalmistamise lähteainena.

Veinide valmistamine on meil laialt levinud ning neid valmistatakse nii tehastes kui ka kodusel teel.

4. Mahlatööstus.

Värskete puuviljade ja marjade kasvatamine on võimalik ainult teataval aastaajal. Kui aga arvestada, et kõige rikkalikumalt leidub meie tervisele vajalikke vitamiine just puuviljas ja marjades, siis ilmneb, kuivõrd suure tähtsusega on nende varude otstarbekohane säilitamine.



Joon. 83. Mahla valmistamise ja konservimise skeem: 1 — pastöriseerimise menetlus: *A* — aurukatel, *P* — pastörisaator; 2 — steriliseerimise menetlus: *S* — sterilisaator, 3 — süsihappegaasi sissesuru-menetlus: *St* — saturaator, *H* — süsihappegaasi tagavara; 4 — külmutus-menetlus: *K* — külmutusmasin, *E* — eelkülmutaja.

Marjade ja puuviljade mahlade säilitamise viise on mitu. Kõigile neile aga eelneb tehasesse toodud tooraine sortimine, pesemine ja mahla väljapressimine.

Tarvitatavamaid mahlade konservimise viise on neli:

1. Pastöriseerimine. See meetod seisab selles, et mahl lastakse läbi pastöriseerimis-aparaadi, kus ta kuumendatakse kuni 75° C-ni. Sel viisil valmistatud mahl kaotab kuumuse tõttu osa väärtuslikke omadusi, oma koostises ei muutu, kuid maitse poolest jääb maha toorest mahlast.

2. Steriliseerimismeetodil töödeldakse mahla külmal viisil ja see meetod annab mahla, mis muutub hoidmisel maitsekamaks ja aromaatsemaks, sest et mahla jäävad kõik vitamiinid ja entsüümid, mida toores mahl sisaldab.

3. Süsihappegaasi sissesurumise meetod annab võimaluse mittesteriliseeritud mahlade hoidmiseks. Sel viisil saadud mahl omab sama häid omadusi kui steriliseeritud mahlgi.

4. Külmutusmeetod seisab selles, et mahl lastakse läbi eelkülmutus-aparaadi, kus ta külmutatakse kuni 2° C ja hoitakse sel temperatuuril betoonmahutis.

Kõik ülalmainitud konservimisviisid võimaldavad hoida väljapressitud puuvilja- või marjamahla aastate viisi. Sellega avaneb võimalus mahlas leiduvate vitamiinide varude ühtlaseks ärajaotamiseks terveks aastaks.

Konserveeritud mahlu tarvitatakse mahlajookide, veinide jms. valmistamiseks.

XII peatükk.

RASVAD JA ÕLID NING NENDE SAADUSED.

1. Rasvadest ja õlidest üldse.

Rasvad ja õlid on looma- ja taimeorganismis mitmesuguste füsioloogiliste protsesside toimel tekkinud peamiselt kõrgemate rasvahapete glütseriinestrite segud.

Toorel kujul sisaldavad rasvad ja õlid mitmesuguseid lisandeid, näiteks loomarasvad liha- ja vereollust, taimerasvad ja õlid taimekudesid, mehaanilisi lisandeid, s. o. mustust jne.

Vastavalt sellele, kas rasvad või õlid on hariliku temperatuuri juures tahked või vedelad, nimetatakse neid rasvadeks või õlideks; mereloomadest saadud rasvu nimetatakse traanideks. Sulanenud olekus sarnlevad rasvad õlidega ja vastupidi — hangunult sarnlevad õlid rasvadega.

Seega nimetame õlideks neid rasvaineid, mis esinevad harilikus temperatuuris vedelatena, kuna rasvad on samades tingimustes tahked ained.

Konsistentsilt liigitatakse kõiki rasvaineid kolme rühma: loomariigirasvad, taimeriigirasvad ja taimeõlid.

Loomsed rasvad on enamasti tahked ained, näit. looma- ja lambarasv. Taimerasvad on enamasti poolpehmed, nagu kookosrasv, palmituumarasv jne. Lõunamaades needsamad rasvad aga esinevad õlidena, kuna aasta keskmine temperatuur on seal kõrgem kui meil. Taimeõlide hulka kuuluvad kõik vedelad õlid, näit. lina-, kanepi-, oliivõli jt.

Värvuselt on rasvad valged kuni kollakad, õlid aga kollakad kuni rohekad.

Rasvad ja õlid on veest kergemad ained — nende erikaal on alla ühe. Vees nad ei lahustu, lahustuvad aga soojas alkoholis, bensiinis, eetris, väävelsüsinikus, kloroformis jt. lahustajates. Paberile

tilgutatult tekitavad nad läbipaistvaid rasvaplekke, mis seismisel ega kuumendamisel ei kao.

Kõik rasvad sulavad alla 100° C. Värskete rasvade ja õlide reaktsioon on neutraalne. Õhu käes lahtiselt seistes sünnib nende koostises muudatusi — värvuselt nad muutuvad kollasemaks, lõhn ja maitse halveneb ning rasv omandab happelise reaktsiooni. Õlid muutuvad õhus seistes paksuks ja mõned neist, näit. lina- ja kanepiõli, kuivavad täiesti kõvaks aineks.

Suure tähtsusega on rasvainete seebistumine, mida teostatakse NaOH või KOH toimel või anorgaaniliste või orgaaniliste katalüsaatorite abil.

Seebistumist leelisega tarvitatakse seebitööstuses, katalüütilist seebistumist aga rasvahapete ja glütseriini valmistamisel.

Rasvu ja õlisid tarvitatakse toiduks, samuti toorainena mitmesuguseis tööstustes, nagu: seebi-, naha- ja tekstiiltööstuses, lakkide ja värvide valmistamisel, linoleumi- ja vahariidetööstuses, määrdeainetena jne. Kõvendatud ehk tahkestatud rasvu ja õlisid kasutatakse margariinitööstuses, seebivalmistamisel jne.

2. Rasvade ja õlide koostis.

Rasv või õli, olgu see taime- või loomariigi päritoluga, koosneb peamiselt kõrgemate küllastatud ($C_nH_{2n+1}COOH$) ja küllastamata ($C_nH_{2n-1}COOH$, $C_nH_{2n-3}COOH$ ja $C_nH_{2n-5}COOH$) rasvahapete ja glütseriini [$C_3H_5(OH)_3$] keemilisest ühendist, nn. rasvahapete glütseriididest ehk glütseriinestritest.

Küllastatud rasvahappeist esinevad rasvades peamiselt steariin- ($C_{17}H_{35}COOH$) ja palmitiinhape ($C_{15}H_{31}COOH$), küllastamata rasvahappeist õli- ehk oleiinhape ($C_{17}H_{33}COOH$).

Peale nende leidub rasvades ja õlides veel või-, sipelg-, äädik-, linool-, linoleen- ja teisi happeid.

Nagu juba eespool mainitud, on rasvad rasvahapete ja glütseriini ühendid. Glütseriin on keemiliselt kolmealuseline alkohol [$C_3H_5(OH)_3$]. Seepärast ühineb üks kõige vähem ühinemisvõimeline osa glütseriinist kolme vastava osa rasvahappega. Sääraseid rasvahappe ühendeid glütseriiniga nimetatakse triglütseriididekseks ehk loomulikkudeks glütseriididekseks, kuna nad kuuluvad loomuliku rasva koostisesse.

Seega koosnevad rasvad peamiselt tristeariinist, tripalmitiinist ja trioleiinist. Keemiliselt nende estrite tekkimist võib kujutada järgmiselt:

1. $C_3H_5(OH)_3$ + $3C_{17}H_{35}COOH$ = $C_3H_5(C_{17}H_{35}COO)_3$ + $3H_2O$.
glütseriin stеariinhape tristeariin vesi

2. $C_3H_5(OH)_3$ + $3C_{15}H_{31}COOH$ = $C_3H_5(C_{15}H_{31}COO)_3$ + $3H_2O$.
glütseriin palmitiinhape tripalmitiin vesi

3. $C_3H_5(OH)_3$ + $3C_{17}H_{33}COOH$ = $C_3H_5(C_{17}H_{33}COO)_3$ + $3H_2O$.
glütseriin oleiinhape trioleiin vesi

Tristeariin on puhtal kujul värvita pärlmutriläikega mass, vees ta ei lahustu, lahustub aga soojas alkoholis, eetris ja bensiinis. Kõik loomarasvad sisaldavad steariini, iseäranis palju on seda looma- ja lambarasvas.

Tripalmitiin on samuti pärlmutriläikega kristalliline mass, mis vees ei lahustu. Lahustub aga nagu tristeariingi alkoholis, eetris ja bensiinis. Tripalmitiini sisaldavad steariini kõrval kõik loomade rasvad, rohkem aga nn. pehmed rasvad, näit. sea- ja hobuserasv, taimerasvadest palmituumarasv jt.

Trioleiini sisaldavad peamiselt nn. kuivavad taimeõlid (lina-, kanepiõli jt.) ning vähemal määral ka loomarasvad. Puhtal kujul on trioleiin värvita ja lõhnata õlisarnane vedelik, mis 5° C juures hangub kristalliliseks massiks.

Rasvad sisaldavad alati rohkem tristeariini ja tripalmitiini ning seepärast esinevad tavalises temperatuuris tahkete ainetena, õlide koostises on aga rohkem trioleiini ning seepärast on nad vedelad.

Nagu eespool nägime, kuuluvad rasvade koostisse küllastatud ja küllastamata rasvahapped. Õhu, valguse ja vee mõjul viimased küllastuvad edasi, tekib vabu happeid ja rasvad omandavad happelise reaktsiooni — lähevad mõruks, õlid aga paksenevad.

Keemiliselt koosnevad rasvad ja õlid süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Keskmiselt sisaldavad nad 76—78% C, 11—13% H ja 9,5—11% O. Need arvud on mitmesugustel rasvadel ja õlidel väga kõikuvad, mis on seletatav sellega, et ükski rasvaine pole ühtlane aine, vaid moodustab mitme erineva koostisega keemiliste ühendite segu.

3. Rasvainetest rasvade ja õlide saamisviise.

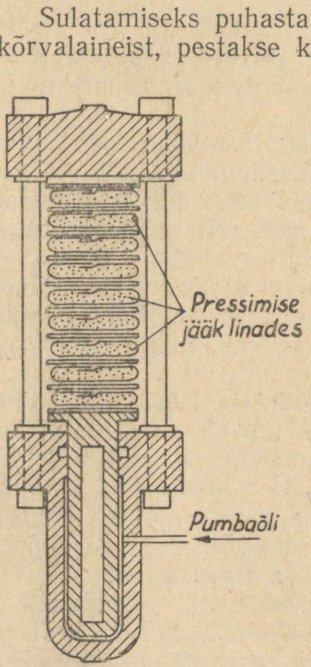
Toorelt sisaldavad loomade rasvkoed alati kõrvalainetena liha- ja vereollust. Seepärast pikemaajalisel seismisel omandab loomarasv vastiku lõhna ja halva maitse, peamiselt sidekoes tekkiva mädanemisprotsessi tagajärjel.

Rasvade säilitamise kestuse suurendamiseks ja neist kõrvalainete eemaldamiseks kasutatakse nn. rasva sulatamist.

Rasva sulatamine võib toimuda lahtistes anumates lahtisel tulel või auru abil. Viimane viis on parem, kuna see võimaldab temperatuuri reguleerimist ja seega väldib rasvade kõrbemise ohtu.

Teiselt poolt võib sulatamist teostada kas kuivalt, s. o. ilma vee lisandamiseta, või veega, s. o. märjalt. Märg menetlus on eelistatum, kuna sellega saadav rasv on väärtuselt parem ning saak suurem.

Sulatamiseks puhastatakse toored rasvkoed lihast, sidekoest jt. kõrvalaineist, pestakse külma veega ning peenendatakse masinatega.



Joon. 84. Hüdrauliline õlipress.

Eeltöödele järgneb sulatamine, mida teostatakse ühel või teisel ülalkirjeldatud viisil (vahel ka autoklaavides rõhu all).

Selliselt saadud sularasva lastakse veidi jahtuda ning siis kõrvalainete eraldamiseks kurnatakse läbi sõelte.

Puhas sulatatud rasv säilib pikema aja jooksul ning ei muuda nii ruttu oma lõhna ega värvust.

Loomarasva saamise lähteaineiks on peamiselt veise-, lamba- ja searasvkoed. Kahte esimest neist tarvitatakse peamiselt tehnilisteks otstarveteks, searasva aga rohkem toidurasvana.

Taimeõlide saamise tooraineks on mitmesuguste õlitaimede seemned, viljad jne. Taimeõlide valmistamist teostatakse tavaliselt kas pressimise või ekstraheerimise teel, kusjuures kõik taimeõlide nimetused on tuletatud nende taimede nimetusist, millest õli on valmistatud.

Õli pressimiseks puhastatakse õlivalmistamise tooraine prügist, kestollusest ja teistest lisanditest ning jahvatatakse eri valtside abil.

Pressimist teostatakse nn. õlipressidega. Konstruktsioonilt neid presse on väga mitut liiki, enam tarvitatavamad on aga nn. hüdraulilised pressid (vt. joonis).

Pressimiseks jahvatatud tooraine asetatakse õlipressimislinade vahele ning paigutatakse pressi plaatidele. Õlipressimislinad peavad hästi õli läbi laskma, ei tohi anda õlile kõrvalmaitset ja olema küllalt tugevad. Seepärast nende linade valmistamise materjalina

tarvitatakse hobuse jõhvi, kaamelite karvu, lamba villa või odavuse mõttes lihtsalt puuvillast riiet. Õli pressimisel tõstetakse surve pressis järk-järgult 50—600 atm., mille kestel pidevalt eraldub ikka uusi ja uusi õlihulki.

Õlipressimine võib toimuda kas külmalt või soojalt. Esimesel juhul saadakse kõrgeväärtuslikku õli, kuid selle saak osutub märksa väiksemaks kui soojalt pressimisel. Soojal pressimisel kuumendatakse jahvatatud seemneid jms. enne pressimist ca 90—95° C-ni; see suurendab tunduvalt õlisaaki, kuid õli omandab seejuures kibeda maitse. Vahel kasutatakse veel nn. kombineeritud viisi, mis seisab selles, et esialgu teostatakse külmpressimist, saadud jääk kuumendatakse ning pressitakse teistkordselt.

Seemnete jms. pressimise jäägina saadakse nn. õlikooke, mida kasutatakse loomatoiduna.

Isegi teistkordne pressimine ei võimalda kogu seemneis oleva õlikoguse kättesaamist. Seepärast nüüdsel ajal õlisaamise menetlusena kasutatakse ikka rohkem ja rohkem nn. ekstraheerimist. Ekstraheerimismenetlus põhineb rasvade lahustumisel teatavates lahustajates. Sellisteks lahustajateks on näit. bensiin, kloroform, väävelsüsinik, eeter jms., mis kõik kannavad solventide nimetust.

Ekstraheerimismenetlusel on kaks faasi: 1) õlide lahustamine solventide toimel, 2) õlidest solvendi aurustamine.

Ekstraheerimine toimub vastavates aparaatides ehk ekstraktorites.

Ekstraktor täidetakse ekstraheeritava ainega ja valatakse solvendiga üle. Ekstraheerimisprotsessi lõpul saadud vedelik pumbatakse destilleerimisaparaati, kus toimub solvendi aurustamine ja saadud aurude uuesti vedelikuks muutmine.

Taimeõlid sisaldavad mitmesuguseid lisandeid, näit. valkaineid, liiva jne. Õlide rafineerimist teostatakse kõige lihtsamalt sadestamisega, või keemiliselt — nõrga väävelhappega mõjutades. Õli lõhna parandamiseks filtritakse teda läbi puusöe, lisandatakse mentooli jms.

Ekstraheerimismenetlust kasutatakse erijuhtudel ka loomarasvade saamisel, iseäranis mitmesuguste rasvasisaldavate jäätmete töötlemisel, nagu näit. tapamajade jäätmed, kondid jne. Kondirasva saadakse peamiselt liimivabriku kõrvalsaadusena (vt. pt. XIII p. 7). Kondirasv on tavaliselt pehme, kollaka värvusega ja nõrga lõhnaga. Kondirasva kasutatakse peamiselt seepide valmistamisel.

4. Seep.

Seep on inimkonnale esimese järgu tarbeaineks, milleta läbisaamine pole mõeldav, seepärast on seebitööstus laialdaselt levinud ning arenenud kõigis kultuurmais.

Seebivalmistamise oskus on väga vana. Seda tunti juba fööniklaste juures; keskajal olid tähtsamaiks seebivalmistamiskeskusiks Veneetsia, Geenua ja Marseille. Kuid vaatamata sellele kuni XVIII sajandi lõpuni kuulus seep siiski veel luksuskaupade hulka ning alles seebikivi (NaOH) valmistamisega algas seebitööstuses uus ajastu, ja tänapäeval on seep kujunenud kõigis kultuurmais hädapärasemaks igapäevaseks tarbeasjaks.

Veel mõnikümmend aastat tagasi oli seebikeetmise tehnika puhtkatseline. Praegu on olukord ses suhtes põhjalikult muutunud: seebitööstus on arenenud suurtööstuseks, kus tootmismeetodid on seatud teaduslikule alusele ning töö mehhaniseerimine teostatud mitmekülgselt. See aga veel ei tähenda, et seebivalmistamise oskuse alal oleks juba öeldud viimne sõna — ta areneb ja täieneb veel praegugi.

a) Seebivalmistamise lähteained.

Seepe valmistatakse rasvadest ja õlidest, neid leelisega mõjutades. Seega on seep leelismetalli ja rasvahapete ühend, ta kuulub soolade rühma ja on neutraalne aine.

Tänapäeva seebitööstus tarvitab pealähteainena odavamaid rasvu, õlisid, naatrium- ja kaaliumseebikivi ning mitmesuguseid abimaterjale seebi täitmiseks, värvimiseks, parfüümimiseks jne.

Tarvitatavad rasvad ja õlid osutuvad looma- ja taimerasvadeks ning õlideks. Loomarasvadest tuleks nimetada looma-, s. o. veise- ja searasva, taimeõlidest on tähtsamad aga palmi-, kookos-, lina- ja sojarasvad ja -õlid.

Meie seebitööstuses evivad kõige suuremat tähtsust loomarasvad, taimeõlidest aga linaõli, mis on ainuke kohaliku päritoluga taimeõli ning mida kasutatakse ainult nn. rohelise seebi valmistamisel.

Seebi valmistamiseks tarvitatakse vastavalt seebi otstarbele veel mitmesuguseid rasvade töötlemise saadusi, näit. rasvahappeid ja tahkestatud rasvu, lihtsamate seepide valmistamisel veel kampolit, mille soolad samuti vahutavad. Seepide kaalu suurendamiseks lisandatakse soodat, vesiklaasi, glaubrisoola jms.

Üldiselt püüab seebitööstus tänapäeval tulla toime esijoones kõige odavamate rasvainetega, rafineerimata õlidega jne., kuna paremaid ja kallimaid rasvu ja õlisid kasutatakse muiks otstarbeiks, nagu margariinitööstuses jm.

b) Rasvade seebistumine.

Seebitööstuses teostatakse rasvainete seebistumist NaOH ja KOH-ga. Mõjudes rasvale või õlile, s. o. rasvahapete glütseriidile näit. seebikivilahusega, s. o. NaOH-ga, ühineb leelises olev metall (Na) rasvas olevate rasvahapetega, lõhestades rasvast glütseriini ja sünnitades uue keemilise ühendi — rasvahapunaatriumi, mis evib seebi omadusi ja ongi seebi põhiaineks.

Kuna rasvad ja õlid oma koostiselt on mitte ühe, vaid paljude rasvahapete (näit. steariin-, palmitiin-, lauriin- jt. hapete) glütseriidid, siis on ka seebid kui nende soolad samuti mitte ühe, vaid mitmete rasvahapete ja leelismetalli ühendid.

Skemaatiliselt võiks seebistumist kujutada järgmiselt:

$$C_3H_5(RCOO)_3 + 3NaOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3RCOONa$$

(R = rasvahappe radikaal).

Nii näit. mõjutades tristeariini — $C_3H_5(C_{17}H_{35}COO)$ NaOH-ga saame:

$$\underset{\text{tristeariin}}{C_3H_5(C_{17}H_{35}COO)_3} + \underset{\text{seebikivi}}{3NaOH} = \underset{\text{glütseriin}}{C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{Na-seep}}{3C_{17}H_{35}COONa}.$$

See reaktsioon, mis seebivalmistamisel on kõige tähtsam, toimub suurema osa rasvade juures võrdlemisi raskelt, mis on seletatav sellega, et leeline peab rasva lõhestama ja temast glütseriini välja tõrjuma.

Tarvitades seebivalmistamise lähteainena mitte rasvu, vaid rasvahappeid, toimub nende leelisega ühinemine kergemalt, kuid rasvahapete osatähtsus seebikeetmise toorainena on minimaalne, nii näit. meil kasutatakse selleks otstarbeks peaaegu eranditult vaid rasvu, s. o. loomulikke glütseriide.

Seega mõjudes rasvadele või rasvahapetele NaOH-ga, saame rasvahapunaatrium- ehk naatriumseepi. Naatriumseebid on tahked ained.

Tarvitades aga NaOH asemel KOH-i, saadakse nn. rohelist ehk kaaliumseepi. Kaaliumseebid on pehmed, salvitaolise konsistentsiga ja sitkusega määrivad ained.

Nimetus roheline seep ei ole vahest kõige õnnestunum, kuna värvuselt ta on tihti ka kollane või teisevärviline. See nimetus on

pärit ajast, mil rohelist seepi valmistati kanepiõlist, mis andis seebile rohelise värvuse.

Seebi omadused muutuvad ka vastavalt rasvades sisalduvaile rasvahapetele, nii näit. steariinhappelt rikkamad seebid on üldiselt kõvemad, õlihappe sisaldus aga mõjub seebile pehmendavalt. Ka seebi vahustamise kergus, vahu rohkus jne. on tingitud üksikute rasvahapete hulgast. Seepärast seisabki seebivalmistamise oskus selles, et valida seebi koostisesse teatud omadustega rasvahapete leelismetalli sooli.

Seepide valmistamisel rasvahappeist tarvitatakse seebistavate ainetena veel kaalium- ja naatriumkarbonaate, s. o. soodat (Na_2CO_3) ja potast (K_2CO_3). Rasvahapped ühinevad nendega kergesti, reaktsiooni tulemusena tekivad rasvahapete leelismetallide soolad, s. o. seebid, ja eraldub süsihapugaas ja vesi.

$$2C_{15}H_{33}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2C_{15}H_{33}COONa + CO_2 + H_2O.$$

Naatriumseepi võib osaliselt muuta kaaliumseebiks ja vastupidi, kusjuures mõlemal juhul muutub ca 50% esialgsest seebist. Nii näit. võib kaaliumseepi muuta naatriumseebiks kaaliumseebi vesilahusele NaOH lisamisega ja vastupidi — lisades naatriumseebi lahusele näit. KOH-i, muudame viimase osaliselt kaaliumseebiks. Umbes sama toimega on Na_2CO_3 ja K_2CO_3, mispärast näit. tahkete naatriumseepide pehmendamise vahendina tarvitatakse just potast.

1. Seebi keetmine.

Olenevalt valmistusviisist ja lähteaineist, eristatakse kõik seebid kahte pealiiki: 1) tahkeiks — naatriumseepideks ja 2) pehmeiks — kaaliumseepideks.

Tahkeid seepe liigitatakse omakorda: tuum-, pooltuum- ja liimseebiks.

Tuumseebid kuuluvad tahkete naatriumseepide hulka ja neid valmistatakse tavaliselt loomsetest rasvadest, kondirasvast, palmi-, palmituuma- ja kookosrasvast, mitmesugustest rasvade ja taimeõlide jäätmetest jne. Rasvade lisandina tarvitatakse kampolit, mitmesuguseid rasvahappeid, eriti oleiinhapet jne.

Tuumseepide valmistamine jaguneb kolme faasi: a) seebiliimi valmistamine (rasvade seebistamine), b) seebi väljasoolamine ja c) seebi puhtaks keetmine.

Seebivalmistamise toorainete (rasvad, õlid jne.) seebistamiseks segatakse lähteained, peenendatakse neid, lahjendatakse veega ning kuumendatakse kas lahtisel tulel või auruga seebikeetmise katlas

Keetmisel mõjutatakse tooraineid seebikivi (NaOH) vesilahusega, mida lisandatakse kogu rasvaine täieliku seebistumiseni, s. o. kuni rasvahapete ja naatriumiühendite tekkimiseni.

Seebikeetmisprotsessis tekkinud rasvahapunaatriumi, s. o. seepi, saadakse seebilahusest väljasoolamise teel.

Keedusool (NaCl) on üheks põhjapanevate muudatuste tekitajaks seebilahuses. Juba väikesed keedusoola annused põhjustavad seebilahuses suuri muudatusi, nimelt keedusoola mõjul vedel seebilahus tiheneb, muutub liimisarnaseks jne.

Keedusoola edasisel juurdelisamisel muutub lahus vahepeal jälle vedelamaks, kuid soola kontsentratsiooni edasise suurenemisega lahus tiheneb uuesti ja seep eraldub kihina lahuse pinnale.

Seda keedusoola omadust kasutataksegi seepide valmistamisel seebilahusest seebi eraldamiseks, kusjuures seda operatsiooni ennast nimetatakse seebi väljasoolamiseks.

Selliselt keedusoolaga lahuse pinnale eraldatud seepi nimetatakse tuumseebiks, väljasoolatud lahust ennast aga, mis seebikihi alla jääb ja seepi ei sisalda, aluslahuseks.

Aluslahusel valmistatakse nn. kodukeedetud seepe, tööstuslikult toodetakse tuumseepe aga nn. seebiliimil.

Seebiliimi võib tekitada kahel viisil. Esimesel juhul seepi ei soolata lahusest lõplikult välja. Teisel viisil soolatakse alguses kogu seep lõpuni välja, kuid siis väljasoolamise piirlahuse kanguse alandamiseks lisandatakse katlasse lahjat soolalahust, mille tagajärjel väljasoolatud seep uuesti lahustudes moodustab seebiliimi.

Seebiliim on liimisarnaselt tihe ja veniv ning selle tekkimisega seebikeetmise katlas moodustub kolm kihti: seep, seebiliim ja aluslahus.

Seebiliimi põhimõttel valmistatud seep on aluslahuse seebist puhtam ja omadusilt parem, ka selle saagis on suurem.

Seebiliimi valmistamisele järgneb seebi puhtakskeetmine ehk «klaarimine»; selle ülesandeks on seebistada seni seebistamata rasvad lõplikult ja tihendada seebimass liigse veesisalduse väljaaurutamisega.

Seebi puhtakskeetmist jätkatakse tavaliselt kuni vahu tekkimise lõppemiseni.

Aluslahuse paremaks väljasadestumiseks selliselt valmiskeedetud seepi jahutatakse, lastakse mõni tund seista ning tõstetakse jahutusvormidesse hanguma.

P o o l t u u m s e e p i d e valmistamisel rasvu seebistatakse samuti kui tuumseepide valmistamiselgi, vahe seisab ainult väljasoolamise viisis ja toorainete koostises.

Pooltuumseepide koostisesse peavad paratamatult kuuluma raskelt väljasoolatavad, nn. liimrasvad, nagu näit. kookos-, palmituumarasv jt., mis võimaldavad seebi koostisse suuremate soolaannuste sisseviimist, ilma et seebituumad seebilahuse pinnale tõuseksid.

Nii võetakse pooltuumseepide valmistamisel ca 35—50% palmituumarasva või kuni 30%-ni kookosrasva, ülejäänud osa aga koosneb tavaliselt looma-, sea-, kondi- jt. rasvadest.

Seebi väljasoolamist toimetatakse selliselt, et keemistemperatuuril veel seepi ei eralduks, vaid tekiks ühtlane seebiliim. Selleks seebimass jahutatakse, kusjuures seebi paremaks eraldumiseks lisandatakse veel tarvilisel määral keedusoola.

Seebimassi tardumise tõttu ei saa seebituumad enam seebipinnale tõusta, vaid jäävad seebimassi, tekitades kirju välimusega ühtlase seebiliimi. Selle marmoritaolise kirju välimuse esiletõstmiseks lisandatakse seepi mõnda mineraalvärvi, näit. ultramariinsinist, mis ainult seebiliimi värvib. Siniseksvärvitud seebiliimi tagafoonil annavadki värvimata valged seebituumakesed marmorile sarnleva efekti. Harilikem ja tuntuim pooltuumseepidest ongi nn. sinikirju seep.

L i i m s e e p e valmistatakse samuti sellisest rasvade koostisest, mis sisaldab mingit liimrasva. Rasvade segu seebistatakse seebikivilahusega, kusjuures seebituuma ei lasta üldse eralduda (väljasoolamist ei teostata!); selliselt saadakse ühtlase koostisega seebiliim, mis hangudes muutub kõvaks seebiks.

Liimseepide valmistamiseks võetavad toorained peavad olema väga puhtad, vastasel korral saame mustustsisaldava seebi, kuna siin aluslahust ei teki ning kõik rasvade koostises olevad kui ka juurdelisatud ained jäävad seepi.

Liimseepide valmistamine võib toimuda kas külmalt, s. o. toorainete ja kange seebikivilahuse lihtsal kokkusegamisel, või kuumendamisega, s. o. poolsoojalt. Viimasel juhul kasutatakse lahjemat seebikivilahust, kuna siin lahjema seebikivilahusega seebistuvad rasvad paremini.

Liimseepidest on hästi tuntud läbipaistev glütseriin- ehk transparentseep; liimseepidena valmistatakse osalt veel tarbe-, nimelt pesu-, sauna- ja harvemini tualettseepe.

Ühel või teisel viisil valmistatud seepi jahutatakse, lastakse hanguda sellekohastes vormides, lõigatakse tükkideks ja antakse talle presside abil soovitav kuju.

Liimseebid sisaldavad ainult ca 50% puhast seepi, tuumseepide seebisisaldus on aga suurem — kuni 70%. Paremate seepide, näit. tualettseepide valmistamisel lõigatakse seep laastudeks, vabasta-

takse kuivatamisega liigsest veest ning sõtkutakse valtside vahel homogeenseks massiks.

Sellist toimingut nimetatakse pileerimiseks. Pileeritud seebid sisaldavad üle 90% puhast seepi.

Odavamate seepide kaalu suurendamiseks lisandatakse talki, vesiklaasi, potast, keedusoola, booraksit, kaseiini jms. Kätepesuseepidele lisandatakse tihti mitmesuguste mineraalainete pulbreid. Lõhnaseepe tavaliselt värvitakse, kusjuures eriti armastatud on punased, kollased, rohelised jt. värvitoonid. Seepide parfüümimiseks tarvitatakse kunstlikke eetrilisi kui ka lõhnavaid balsameid, vaike ning loomariigi lõhnaaineid.

Tuntumad seebi sordid on: kirju-, kümblus-, vanni-, lavendel-, sireli-, palmiõli-, marseille- jt. seebid. Peale selle toodetakse veel seebihelbeid, seebipulbrit ja mitmesuguseid eriseepe, näit. juuste pesemiseks (šampoon), plekkide väljapesemiseks jne.

Viimaseil aastakümneil on hakatud valmistama veel nn. vedelseepe. Vedelseepide valmistamise leiutamisega osutus võimalikuks toota kõiki tahkeid ja pooltahkeid seepe sama hästi ka vedelatena.

Vedelseepe on mitu eri liiki: tualettseebid, igapäevaseks tarvitamiseks, lihtsamad vedelseebid, mida tarvitatakse tehastes ja vabrikutes tööde juures, kus esineb rohkesti rasvaseid ja õliseid määrdumisi, vedelad habemeajamis-, juustepuhastus-, ravi-, kosmeetilised jt. seebid.

Vedelaid seepe tarvitatakse veel raudteevagunites, võõrastemajades, asutistes jne. Ravi- ja kosmeetilisteks otstarveteks näit. valmistatakse peentõrva-, männiokka-, kummeli- ja teisi vedelseepide sorte.

2. Kaaliumseebid.

Vedelaid kaaliumseepe valmistatakse peamiselt taimeõlidest. Õlid seebistatakse kaaliumleelisega (KOH) ja saadud seebi liimi lastakse hanguda; selliselt saadakse savitaolise sitkusega kaaliumseebid.

Vanasti valmistati kaaliumseepi kanepiõlist, nüüd aga tarvitatakse selleks otstarbeks peamiselt linaõli. Ainuüksi taimeõlist ja kaaliumseebikivist valmistatud kaaliumseep on väga sitke ja veniv. Selle sitkuse ja ka läbipaistmatuse vältimiseks lisandatakse kaaliumseebile selle valmistamise ajal potast (K_2CO_3) ja soodat (Na_2CO_3).

Kanepiõli-kaaliumseep on värvuselt roheline, linaõli kaaliumseebi värvus on aga olenevalt linaõli headusest helekollane kuni tumepruun.

Linaõli seebistamiseks tarvitatakse tavaliselt nn. redutseeritud leelise lahust, mis koosneb KOH, Na_2CO_3 ja K_2CO_3 vesilahuste segust.

Kaaliumseep on väga tundlik temperatuuri kõikumiste vastu; nii näit. talvel valmistatud seep läheb soojas seistes täiesti vedelaks ja sogaseks. Sellepärast seebi konsistentsi ja välimuse parandamiseks valmistatakse iga aastaaja jaoks erineva koostisega seepe: kevade ja sügise jaoks tarvitatakse üht koostist, suve- ja talveseepide valmistamiseks teist.

Koostise reguleerimist toimetatakse enamasti soodalahusega (vt. rasvade seebistumine!).

Täiteainetena kasutatakse siin potast, vesiklaasi, kartulitärklist jms.

Kaaliumseep sisaldab kuni 40% rasvahappeid ning tarvitatakse tehnilisteks otstarveteks ja ravimite valmistamisel.

5. Glütseriin.

Glütseriini saadakse rasvade ja õlide seebistamisel mitmel menetlusel või seebitööstuse kõrvalsaadusena.

Esmakordselt saadi glütseriini rasvade hüdrolüüsimisel a. 1779.

Glütseriin [$C_3H_5(OH)_3$] on puhtal kujul neutraalne, siirupisarnane, magus, lõhnata ja värvita vedelik, mis keeb 290° C juures ning jahutamisel kristalliseerub raskelt. Veega ja piiritusega seguneb glütseriin kergesti ja igas vahekorras. Eetris ja kloroformis ta ei lahustu. Glütseriini sisaldus rasvades ja õlides on keskmiselt 7%.

Tehniliselt toodetakse glütseriini rasvade hüdrolüüsimisel, kusjuures viimased lagunevad glütseriiniks ja rasvahapeteks.

Hüdrolüüsi võib teostada mitmel viisil:

1) vee toimel autoklaavides 8—10 atm. rõhumisel ca 170—180°C juures, aluseliste ainete, tavaliselt lubja juuresolekul;

2) kuumendamisega kontsentreeritud väävelhappega mitte üle 120° C;

3) NaOH või KOH vesilahuste toimel, s. o. rasvade seebistamisega;

4) keetmisel veega mitmesuguste reaktiivide, näit. G. Petrov'i reaktiivi toimel, mida saadakse teatavate naftaõlide sulfureerimisel;

5) entsümaatilisel teel, s. o. teatavate entsüümide toimel.

Hüdrolüüsi tulemusena rasvad ja õlid lagunevad ja rasvahapped kui erikaalult kergemad eralduvad ja tõusevad lahuse pinnale, kuna glütseriini vesilahus vajub põhja.

Hüdrolüüsi teostamise korral NaOH või KOH toimel, s. o. seebistamisel tekkinud seepi kõrvaldatakse väljasoolamisega, s. o. keedusoola juurdelisamisega.

Glütseriini saadakse jahtunud lahuse pinnale eraldunud ja hangunud rasvahapete kõrvaldamisega.

Glütseriini tarvitatakse mitmesuguste kosmeetiliste vahendite, nagu salvide, kreemide jne. valmistamiseks, samuti toidu- ja maitseainete, tekstiil- ja nahatööstustes, plastiliste masside valmistamisel. Peale selle leiab glütseriin veel kasutamist lahustajana (solvendina) paljude orgaaniliste ja anorgaaniliste ainete juures; glütseriini lämmastikuhappeestrit nimetatakse nitroglütseriiniks ning kasutatakse lõhkeainena.

6. Margariin.

Ligi 35 aastat tagasi asuti toiduainete tööstuses nn. hüdreeritud rasvade tootmisele.

Hüdreerimise all mõistetakse vesinikuaatomite külgepookimist küllastumatuile orgaanilistele ühenditele kas katalüsaatorite abil või nendeta.

Hüdreerimise leiutamisega avanes võimalus teisendada alaväärtuslikke aineid kõrgekvaliteedilisteks toodeteks, teostades heade tagajärgedega keemilisi reaktsioone ja sünteese, millede läbiviimine oli enne raskendatud või isegi võimatu.

Margariinitööstuses kasutatakse hüdreerimismenetlust vedelate taimeõlide ja loomarasvade tahkestamiseks, kusjuures vesinikuaatomite külgepookimist küllastamatuile rasvahapetele teostatakse pihustatud vesiniku läbisurumisega ca 9—10 atm. rõhumisel ning üle 100° C temperatuuril. Reaktsiooni soodustamiseks ja kiirendamiseks kasutatakse katalüsaatorina tavaliselt pulbrikujuliseks peenendatud niklit.

Skemaatiliselt võib vedelate taimeõlide ja rasvade tahkestamist kujutada järgmiselt:

1. $C_{17}H_{33}COOH + 2H \rightarrow C_{17}H_{35}COOH.$
   oleiinhape — vesinik — steariinhape
2. $C_{17}H_{31}COOH + 4H \rightarrow C_{17}H_{35}COOH.$
   linoolhape — vesinik — steariinhape

Selliselt tahkestatud rasvu ja õlisid tarvitataksegi margariini valmistamiseks.

Esmakordselt valmistati margariini 1868. a. Prantsusmaal veiserasva kergestisulava osa, nn. oleomargariini ja lehmapiima emulgeerimisega.

Kaasajal aga kasutatakse margariini valmistamise toorainena peamiselt taimeõlisid ja -rasvu, näit. päevalille- ja puuvillaseemneõli, maisiõli, kookos- ja palmituumarasva jms.

Margariini valmistamiseks võetakse ca 70% hüdreeritud rasvu, kuni 12% rafineeritud taimeõli, 2—3% loomarasva jms. Kõik need toorained segatakse ja sulandatakse. Selliselt valmistatud rasvade segu valatakse ümber sellekohasesse masinasse, nn. emulgaatorisse, kus seda emulgeeritakse ca 15% (toorainete kaalust!) kooritud ja nõrgalt hapustatud piima lisandamisega.

Emulgeerimist teostatakse ca 35° C temperatuuril segu intensiivsel segamisel. Segamisel lisandatakse veel soola, maitse- ja värvaineid, tärklist, munakollast jms.

Selliselt valmistatud margariini sulamassi pritsitakse emulgaatorist väljalaskmisel jääveega või kallatakse nn. jahutustrumlitesse, mille tagajärjel margariin jahtub ning hangub.

Jahtunult margariin valtsitakse, sõtkutakse, vormitakse ning lõpuks pakitakse kastidesse või tünnidesse ning saadetakse turustamiseks.

Hästi valmistatud margariini seeditavus on võrdne lehmavõiga, ka maitselt ta palju ei erine. Toiteväärtuselt aga margariin isegi ületab lehmavõid, sisaldades ca 8000 Kcal ühe kg margariini kohta.

Ainsaks puuduseks margariini juures on vitamiinide vähesus, seepärast nõutaksegi, et paremate margariini sortide valmistamisel tingimata lisandataks piima.

Margariin sisaldab kuni 15% vett, 83% rasva, soola mitte üle 2%, 0,3—0,5% värvainet, 0,2—0,3% tärklist jm.

7. Värnits.

Meie värnitsatööstuse tooraineks on peamiselt linaseeme. Linaseemne toodangu tähtsamaiks valdkonniks Eesti NSV-s on esijoones Võru, Tartu ja Pärnu maakond. Linaseemne kvaliteet sõltub suuresti kliimatingimusist.

Suurem ning kvaliteedilt parem osa linaseemne aastatoodangust läheb tavaliselt külviks, ülejäänud, kvaliteedilt madalamat osa aga töödeldakse õli- ja värnitsatööstuse poolt.

Linaõli kuulub nn. kuivavate õlide rühma; nimelt muutub linaõli õhu mõjul lühema või pikema aja jooksul õhukese kihina min-

gile aluse'le kantuna kõvaks ja vastupidavaks massiks. Linaõli sisaldab umbes 90% küllastamata õli- ($C_{17}H_{33}COOH$), linool- ($C_{17}H_{31}COOH$) ja linoleenhappe ($C_{17}H_{29}COOH$) glütseriide.

Linaseemnest õlitootmine toimub järgmiselt: linaseeme jahvatatakse jahuks ning pressitakse, kusjuures jätteiks osutuvad nn. õlikoogid.

Saadud õli hoitakse esialgu paakides ning siis filtritakse. Filtritud linaõli lastakse taas seista, kuni ta muutub täiesti selgeks ja läikivaks ning proovikeetmisel ei tekita keeduklaasis sadet.

Linaõli kuivamiskiiruse suurendamiseks valmistatakse temast värnitsat. Selleks otstarbeks linaõli keedetakse ca 150° C juures, lisades nn. sikatiive, mis kiirendavad värnitsa kuivamist. Sikatiivideks on Pb või Mn ja õli- või vaikhapete seebid, mida lisandatakse tavaliselt ca 1—3% linaõli kaalust.

Esimesel korral saadakse linoleaat-, teisel korral resinaatvärnitsat. Hea värnits kuivab õhukese kihina umbes 12—24 tunniga, linaõli aga seevastu alles 3—6 päevaga.

Värnitsat kasutatakse peamiselt värvimisel, maalri-, tisleri- ja teistel töödel.

Linaõli kasutatakse ka kaaliumseebi valmistamiseks, osalt metallitööstuses (noolutamisel), värskelt pressituna tarvitatakse teda inimtoiduks jne.

Linaõli keetmisel õhu juuresolekul saadakse nn. oksüdeeritud õli, mida tarvitatakse mitmes tööstuses, nagu linoleumi, vahariide jms. tootmisel.

Keetes linaõli õhuta ruumis ca 280° C juures, saadakse nn. paksu õli, mida nimetatakse veel litograafiavärnitsaks ning mis on tähtsaks lähteaineks lakkide valmistamisel.

8. Lakid.

Lakid on varieeruva koostisega vedelad segud, mille ülesandeks on anda puu-, paber-, metall- ja teistele esemetele kaitsvaid ja ilustavaid võõpu. Iga lakk koosneb lakiainest ja lahustajast (solvendist). Lakiainena esinevad mitmel viisil paksustatud õlid, vaigud, nitro- ja atsetaattselluloos, asfalt jne.

Solventidena kasutatakse piiritust, bensiini, tärpentini jt. kergesti lenduvaid vedelikke, millede haihtumisel lakk kuivab.

Kui lakk sisaldab peale vaigu ja selle lahustajate suuremal määral veel mingit kuivavat õli (lina-, kanepi-, päevalilleõli jne.),

siis nimetatakse teda õlilakiks. Õlilakke kasutatakse põrandate, naha, sõidukite jms. võõpamiseks.

Asfaltlakid sisaldavad vaike, asfalti, kuivavaid õlisid, tärpentini, bensiini jms. Neid kasutatakse peamiselt metallesemete võõpamiseks kaitseks rooste vastu.

Piirituslakkides esinevad vaikudena kampol, bakeliit, kopaalid jne., solventidena kasutatakse neis peale piirituse amüülalkoholi, atsetooni jms. Piirituslakke kasutatakse peamiselt mööblitööstuses.

Viimasel ajal etendavad suurt osa nitro- ja atsetaattselluloosi lakid. Nende lakkide peaosaks on nitro- või atsetaattselluloos, mida saadakse vastava keemilise töötlemise teel puuvillast või puidust.

Peale nitro- või atsetaattselluloosi kuuluvad nende lakkide koostisse veel vaik, lahustaja, pehmendaja (kamper, riitsinusõli jms.) jne.

Värvikiht tekib lahustaja äraauramisel, kusjuures mingeid keemilisi reaktsioone värvikihis ei teki. Nende lakkide solventidena kasutatakse mitmesuguseid orgaanilisi ühendeid, nagu ketoone, alkohole jne.

Nitrotselluloosiakkidega töötamine on märksa kiirem ja otstarbekam võrreldes õlilakkide kasutamisega.

Päris viimasel ajal on hakatud valmistama veel nn. sünteetilisi lakke, mis koosnevad kuivavaist ja poolkuivavaist õlidest ja sünteetilistest vaikudest ja mis osutuvad mitmeti veelgi otstarbekamaiks nitrotselluloosiakkidest.

Nende sünteetiliste ehk nn. glüftaallakkide peaosaks on sünteetiline vaik, mida saadakse ftaalhappe anhüdriidi, glütseriini ja rasvahapete vastastikusel keemilisel mõjutusel.

Glüftaallakid vajavad märksa vähem õli kui tavalised õlilakid, nende põhimihused on aga märksa kõrgemad. Nii näit. võrreldes nitroemaillakkidega on glüftaallakkidel järgmised paremused: värvikiht on märksa elastsem, vastupidavus löögile on kuni kolm korda suurem; suurem kõvadus seoses suurema elastsusega tagab suuremat vastupidavust atmosfäärilistele mõjudele; nende läike vastupidavus on 3—4 korda suurem ja lõpuks on glüftaallakid vähem tuleohtlikud kui nitroemaillakid.

Nende lakkide tootmine on kujunenud väga tähtsaks tootmisalaks seoses elektrotehnika, auto- ja lennuasjanduse arenguga.

9. Steariin ja küünlad.

Küünal valgustusvahendina alustas oma võidukäiku umbes 18. sajandi keskel. Algul valmistati nn. kastetud küünlaid, kus rasvaks oli tavaliselt lambarasv ja tahiks papüürus.

Kastetud küünlaid valmistati tahi korduva kastmisega sulasse rasva, lastes igakordsel tahi kastmisel rasval hanguda, nii et lõppeks saadi soovitud jämedusega küünal.

Rasvaküünlad olid väga viletsad: rasv sulas väga ebakorrapäraselt, küünla lühemaks põledes taht ei põlenud ära, mille tagajärjel leek hakkas suitsema jne.

Hiljem asendati rasvaküünlad vahaküünaldega, mis nii kergesti ei sulanud, kuid olid märksa kallimad. Kallidusele vaatamata andsid need küünlad väga kehva valgust, nii näit. sama tugevusega valguse saamiseks tuleks asendada praegust 60-vatilist elektrilampi ca 70 küünlaga.

Kultuuri edasise arenemisega parandati ka küünalt. Küünlaid hakati valmistama valamisega erilistes küünlavormides. Ka põletamismaterjali parandati.

Nüüdsel ajal valmistatakse küünlaid parafiinist ja stearііnist, kusjuures tavaliselt võetakse ⅔ osa parafiini ja ⅓ stearііni. Sellised küünlad ei suitse üldse ega tarvitse neil alatasa tahti kärpida, kuna nii parafiin kui ka steariin järk-järgult ise põlevad.

Parafiini saadakse pruunsöe, nafta või turba destilleerimise jäägina, stearііni aga rasvahapetest vedelamate koostisosiste väljapressimisel. Stearііni saadakse tavaliselt glütseriini tootmise kõrvalproduktina hüdrolüüsi tagajärjel lagunenud rasvade lahuse pinnale eraldunud ja hangunud rasvahapete rafineerimisega rõhu all destilleerimise teel.

Rasvahapete kristalliseerumist teostatakse erilistes vannides, millele järgneb nende pressimine hüdraulilistel pressidel, mida teostatakse kas külmalt või soojalt rõhu all.

Selliselt saadakse nn. tehnilist stearііni, mille väljatulek on ca 33—37% rasvahapete esialgsest kaalust. Rafineeritud stearііni saamiseks tehniline steariin lahustatakse, töödeldakse nõrga väävelhappe lahusega, pestakse veega ning asetatakse vormidesse hangumiseks, milledest ta müügile tuleb.

Elektrienergia tootmisega ja elektrifitseerimise tagajärjel on nüüdsel ajal küünal valgusvahendina nihkunud tagaplaanile, samuti on vähenenud ka stearііni tootmine.

10. Eesti NSV rasvu ja õlisid töötlevaid tööstusi.

Rasvade tööstus on meil esitatud üldiselt väga nõrgalt; enamik meie keemiavabrikuid ja laboratooriume on kesk- ja väikeettevõtted, mis on koondatud peamiselt meie kohaliku tööstuse, toiduainete tööstuse ja ETKVL-i süsteemidesse.

Praegu töötavad suuremad sellelaadilised tööstused on järgmised:

Keemiatööstus «Odor» toodab parfümeeria- ja kosmeetilisi tooteid ning küünlaid, keemiatööstus «Orto» valmistab peamiselt seepi, pesupulbrit, kreeme jms.

Laboratoorium «Viko» valmistab samuti majapidamis- ja tualettseepi, pesupulbrit, seebihelbeid, kölnivett jms.

Margariini ja õlide töötlemise alal suurimaks käitiseks on taimevõi- ja õlitehas «Kombinaat». Mitmesuguseid lakke valmistab meil Tallinna lakivabrik. Peale nimetatute töötab veel rida väiksemaid keemiatööstusi ja laboratooriume nii Tallinnas kui ka mujal.

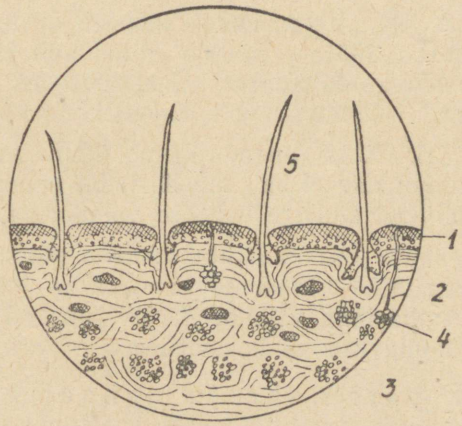
Meie keemiatööstuse väljaarendamiseks ehitatakse oleva viisaastaku jooksul Tallinna parfümeeria-seebitööstuse kombinaat.

XIII peatükk.

NAHA- JA LIIMITÖÖSTUS.

1. Toornahk ja selle üldisi omadusi.

Looma nahk, olles tema keha katteorganiks, täidab väga mitmesuguseid ülesandeid. Esijoones kaitseb ta keha välismõjude, vigastuste, külma, sooja, vee, tolmu ja pisikute vastu. Oma ülesande paremaks täitmiseks on nahk kaetud karvadega ning omab all polsterdavat rasvakihti. Edasi toimub läbi naha osaliselt keha hingamistegevus ja higi eritamine.



Joon. 83. Loomanahk, põiklõikes mikroskoobi all: 1 — marrasknahk ehk epidermis, 2 — pärisnahk ehk koorium, 3 — nahaalus ehk rasvakiht, 4 — higinäärmed, 5 — karvad.

Naha ülesannetele vastavalt on kohandatud ka naha ehitus.

Nahk koosneb kolmest kihist: marrasknahast ehk epidermist, pärisnahast ehk kooriumist ja nahaalusest ehk rasvakihist.

Marrasknahk omakorda koosneb kahest osast: a) sarvnahast, mis koosneb sarvestunud, surnud rakkudest ja moodustab naha välise kaitsekihi, ja b) tekituskihist, mis tekitab uut nahka rakkude pooldumisega. Sarvnahakihi rakud langevad kord-korralt pealt ära ning vastavalt sellele kuivavad ja surevad uued tekituskihi rakud, muundudes sarvnahaks. Vastu marrasknahka olev pärisnaha pind ei ole sile, vaid näsaline. Näsadesse ulatuvad veresooned, mis toidavad tekituskihi rakke.

Tähtsad on ka nahas leiduvad higinäärmed, millede kaudu toimub kehale kahjulike ainete eritumine. Higinäärmete ülesandeks on veel keha temperatuuri reguleerimine, sest aurates võtab higi kehalt soojust, külma puhul aga higipoorid sulguvad ja higi eritumine ning sellega seoses olev soojusekadu väheneb.

Karva ülesandeks on kaitsta nahka temperatuuri muutuste ja mehaaniliste mõjude vastu. Karvad kasvavad nahaaluses rasvkoes olevatest karvakotikestest. Rasvanäärmete ülesandeks on veres leiduvate toiteainete rasvaks muundamine. Rasv valgub karvakotikesest naha pinnale, võides nii karva kui ka nahka. Võidumine hoiab karva ja nahka pehmena ning ei lase teda vees märguda.

Pärisnahk ehk koorium koosneb üksteisega hästi läbi põimitud kiududest. Säärane kiuline ehitus annabki nahale suure tugevuse. Kiud omakorda koosnevad algkiududest ehk fibrillidest. Fibrillid sisaldavad valkainet, nn. kollageeni, mis ongi nahkaineks.

Fibrillid on ristlõikes enam-vähem ümmargused, seepärast täiesti tihedat kimpu nad ei saa moodustada, nende vahele jäävad tühjused, mis täituvad kiudude vahelise valkainega.

Pärisnaha pealmist osa nimetatakse naha pinnaks. Naha pinna muster on moodustatud näsade ja karvade asetuse järjekorrast. Igal loomal on nahapinna välimus erinev, mis on selle ühele või teisele loomale kuuluvuse kindlaksmääramise parimaks vahendiks.

Üleminek pärisnaha ja nahaaluse vahel on pidev. Nahakiudude võrk seejuures muutub kord-korralt hõredamaks, vaheruumid suurenevad ja täituvad rasvollusega. Nahaalusel ehk rasvakihil on tähtsust ainult elava looma seisukohalt, naha tehnilise töötlemise seisukohalt evib tähtsust aga vaid pärisnahk, kuna marrasknahk ja nahaalus parkimisel kõrvaldatakse. Erandiks on vaid karusnahk, millel säilitatakse ka marrasknahk.

2. Naha koostis.

Keemiliselt koosneb nahk veest ja tahketest ainetest. Vett on toornahas ca 75%. Tahketest ainetest naha koostises esinevad: 1) valkained, 2) rasvad ja 3) soolad.

Kogu elu maakeral on seotud veega — vesi moodustab olulise osa kõigi loomade ja taimede kehades. Kui vee protsent langeb alla teatava piiri, siis lõpeb paratamatult organismi elutegevus.

Nahas leiduv valkaine ehk kollageen sisaldab umbes 45% süsinikku (C), 32% hapnikku (O), 17% lämmastikku (N) ja 6% vesinikku (H). Mõnede nahaliikide valkaines leidub veel vähesel määral väävlit (S). Nahas leiduva valkaine täpne koostis on veel seni määramata.

Naha rasvaine koosneb süsinikust, vesinikust ja hapnikust ega sisalda lämmastikku ega väävlit.

Soolasid leidub nahas väga vähesel määral. Vees lahustuvaid sooli võib nahast välja pesta, kuna mittelahustuvad soolad jäävad naha põletamisel järele tuhana. Normaalne tuhasisalduse % pargitud nahas on ca 2%.

3. Parkained.

Et muuta toornahk tarvitamiskõlblikuks, peab teda parkima. Naha parkimiseks nimetatakse seda toimingut, mille abil toores loomanahk viiakse üle säärasesse olekusse, et ta igasuguste nahatoodete valmistamiseks, nagu jalanõud jne., sobib. Toores nahk läheb kergesti mädanema, veega keetmisel annab liimi ja kuivamisel muutub sarvjaks, kõvaks ja läbipaistvaks, pargitud nahk on aga nendest puudustest vaba.

Naha parkimine seisab selle parkainetega töötlemises. Parkaineid on väga palju, kusjuures iga parkaine annab nahale erinevaid omadusi.

Tähtsamaiks parkaineiks on:

1) taimpargid,
2) mineraalpargid,
3) rasvpargid,
4) sünteetilised pargid,
5) kombineeritud pargid.

a) Taimparge on seni kõige enam levinud parkimismenetlus. Taimparkainete rühma kuulub suur hulk taimi, mis mõnes osas (koores, lehtedes jne.) sisaldavad sääraseid aineid, millel on parki-

vaid omadusi ja mida sellepärast nimetatakse parkaineteks ehk nende happelise iseloomu tõttu parkhapeteks.

Eriti rohkesti parkaineid sisaldavad eksootilised taimed, nagu quebracho-puu, katehu, mimoosa koor, sumahhi lehed jne. Ka meie põhjamaa looduses ei puudu taimi, mis sisaldavad nahatööstusele vajalikke parkaineid. Ehkki parkainete sisaldus võrreldes lõunamaa taimedega on neis madalam, siiski osutub ta küllaldaseks selleks, et arendada nende tööstuslikku kasutamist. Niisugusteks on paju, tamm ja kuusk.

Pajukoor on vana ja tuntud parkaine allikas ning on kasutamist leidnud ka meie nahatööstuses. Pajukoor vastavalt paju liigile, kasvutingimustele ja vanadusele sisaldab õhukuivas olekus kuni 12% parkaineid.

Pajupuistuid on aga meil väga piiratud määral, sellepärast suuremas ulatuses pajukoore kogumine on võimatu.

Tammekoor sisaldab õhukuivas olekus keskmiselt 8% parkaineid; ka tammepuit sisaldab 3—6% parkaineid ja on kõlvuline parkainete tootmiseks. Suurim on parkainete sisaldus ca 140—160-aastasel tammepuidul.

Kuna aga tammepuitu on meil väga piiratud määral ja et ta on väärtuslikuks tooraineks meie puidutööstustele, siis viimaste aastakümnete vältel oma vähesuse tõttu tamm kui parkaine on kaotanud oma tähtsuse.

Teistsugune on aga olukord kuusega. Kuusk moodustab meie metsade kandvama puuliigi ja tema koore kasutamine parkainete tootmiseks võib võtta laiema ulatuse. Kuuse puitu töödeldakse meil igal aastal küllalt suurtes kogustes; kui kõike kuuse tarbepuitu kooritaks, siis saaksime kuusekoort sellisel hulgal, mis suudaks meie parkainete vajadust suures enamikus katta.

Kuuse ja männi parkaineid, ehkki juba muudetud kujul, võib toota tselluloositööstuse kõrvalsaadusena; meie tselluloosivabrikud aga ei ole veel asunud ses sihis oma kõrvalsaaduste kasutamisele.

Oma parkainete tööstuse puudumine meil on pärit kodanlikust ajast, mil iga aasta veeti sisse Argentiinast, Lõuna-Aafrikast, Austraaliast, Paraguaist ja teistest välisriikidest ca 1200—1400 t parkaineid või parkainete ekstrakte, milleks kulutati keskmiselt 450 000 Ekr.

NSV Liidus aga juba mõni aasta enne Suurt Isamaasõda seati loosungiks vabanemine välismaise parkainete sisseveo vajadusest, mida ka saavutatigi kodumaiste parkainete toodangu suurendamisega. Seejuures on just kuusekoor osutunud tähtsamaks parkainete allikaks.

Praegusel ajal loetakse parkaine tootmist majanduslikult tasuvaks, kui parkaine hulk koores ei lange alla 7% ja puidus mitte alla 3,5%.

Loodusvarade Instituudi poolt 1940. a. tehtud kooreanalüüsidega on selgunud, et erineva vanadusega kuuse vineermaterjalide ja palkide lintkoor 15% niiskuse juures sisaldab 10—17% parkaineid. Sellest nähtub, et meie kuusekoor on parkaine toormaterjaliks vägagi sobiv.

On selgunud, et kuusekoore parkainete sisaldus oleneb veel puidu kasvutingimusist ja vanadusest. Nii näit. 140-aastane koor sisaldab vaid 4,4% parkaineid, kuna kehvemal pinnal kasvanud kuuse koor sisaldab üldiselt rohkem parkaineid.

Peale selle oleks võimalik meilgi kultiveerida erilist parkainetaime badanit, mida NSV Liidus juba ammu tarvitatakse nahaparkimiseks. Badan on mitmeaastane lehttaim suure parkainete sisaldusega (14—25%).

Badan on ainus taim, mis suudab asendada eksootilisi parkainerikkaid taimi. Badani kodumaaks on NSV Liidu Kesk-Aasia, Baikali järve ja Altai mägestiku rajoonid. Badani võidukäik NSV Liidus on alanud 1924. aastal ning juba 1928. a. rajati suur hulk badani kasvatusjaamu ja ehitati rida badani ekstrakti valmistamise vabrikuid.

Katsed on näidanud, et ka meie kliimas on võimalik badanit kasvatada. Vastavaid uurimisi badani kultiveerimisega on teostatud meil Virumaal ja Tartu Ülikooli botaanikaaias. Siin kasvatatud badan sisaldas 15—18% parkaineid ja temast valmistatud ekstraktid andsid prooviparkimisel täiesti rahuldava mihusega nahku.

Eeltoodust nähtub, et meie nahatööstuste parkainete vajaduse kohapealseks rahuldamiseks tuleb meil tähelepanu pöörata ka badani kultiveerimisele.

Eesmärgiga varustada meie jalatsi- ja nahatööstusi omade parkainetega, ehitatakse meil käesoleva neljanda stalinliku viisaastaku jooksul taimsete parkainete tehas.

b) Mineraalidest saadud parkainetega pargitud nahka nimetatakse mineraalparknahaks. Sel teel saadakse näiteks maarjas-, kroom- ja raudpark.

Maarjaspark on neist vanim; juba vanadel araablastel ta oli kõrgel järjel, sest Araabia kõrve kuivanud järvedes leidus rohkesti parkivat ainet — maarjast.

Umbes 1900. a. leiutati kroomparkimine. Kroomparkimine toimub kroomraua maagist toodetavate soolade abil, milledel on ka parkivaid omadusi.

Tänapäeval on kroompark tähtsaim mineraalparge. Naha värvus on kroompargil sinirohekas, maarjaspargil aga valge.

Mõnedel komplektsetel rauasooladel on samuti parkiv toime. Rauasooladega pargitud nahk on värvuselt roostepruun ja omadusilt väga sarnane taimparknahkadega. Kuna aga raudpark tuleb taimpargist üldiselt kallim, siis on ta vähe levinud.

c) Peale eelnimetatud parkimisviiside tarvitatakse veel:

1) rasvparki, milleks tarvitatakse mereloomade rasvu, näit. hülgerasva, tursamaksaõli jt., milledel on võime õhuhapnikuga ja nahakiuga keemiliselt ühineda, seda parkides.

Teised loomarasvad selleks ei kõlba, kuna nad on nahast väljauhutavad. Traaniga pargitud nahka nimetatakse seemisnahaks.

2) Nahku võib veel parkida ka paljude teiste keemiliste ainetega, näit. formaliiniga (COH_2), väga peene (kolloidaalse) väävliga (S) jt. Need pargid on vähe levinud ja neid tarvitatakse sageli ühenduses teiste parkainetega eri menetlustes.

3) Sünteetiliste ehk kunstlikkude parkainete tootmine arenes eelmise, s. o. esimese imperialistliku maailmasõja ajal, siis kui valitses suur parkainete puudus. Seni on sünteetilisi parkaineid valmistatud peamiselt kivisõetõrva fenoolidest väävelhappe ja formaliini toimel. Sünteetilised parkained annavad pehme ja heledavärvilise naha, nad pargivad kiiresti, kergendavad taimparkide tungimist nahasse jne.

Kuna meie põlevkivi tooröli fenoolide keemiline koostis on lähedane kivisõetõrva omadele, siis praegu meil katsetatakse sünteetiliste parkainete valmistamisega põlevkiviõlis leiduvatest fenoolidest. Käesoleva viisaastaku jooksul ehitatakse meil Kiviõlisse kunstparkainete tootmise tehas.

4) Eranditult kõiki parke on võimalik kombineerida. Sel teel on võimalik saada igasuguste võimalike omadustega pargitud nahka. Seda teostatakse kas eri parkainete samaaegse või üksteisele järgneva tarvitamisega. Hele lambanahkne vooder on sageli kunstliku ja taimpargi kombinatsioon, valge pealisnahk — kroom- ja kunstlikkude parkide kombinatsioon, kuna enamik kindanahku on maarjaspargi ja kroom- või taimpargi kombinatsioonid.

4. Parkekstraktid.

Praegu kasutatakse parkaineid sisaldavaid taimeosi otseseks parkimiseks vähesel määral, kuna see parkimisviis on liiga aeganõudev, ca 1—2 aastat. Uuemal ajal on püütud parkimisprotsessi kiirendada. Selleks valmistatakse parkainete ekstraktide vabrikuis parkainet parkainerikaste materjalide ekstraheerimise teel.

Parkekstraktide valmistamiseks materjal jahvatatakse, lahustatakse kuumas vees ning aurutatakse madalrõhu juures ca 40—80% kontsentratsioonini. Selliselt valmistatud lahused ongi nn. parkekstraktid.

Need ekstraktid tulevad müügile enam-vähem vedelal, poolvedelal või isegi tahkel kujul.

Nende ekstraktidega parkimisel valmistatakse neist uuesti vedel lahus, millesse asetatakse nahad. Alguses pargitakse väga lahjade ekstraktidega ja siis järjest kangematega, kuni naha täieliku läbiparkimiseni. Veel kiiremini läheb parkimine erilistes keerlevates pargitõrtes, kus temperatuuri reguleerimine toimub auru abil. Ekstraktparkimisel valmivad näit. vasikanahad 2—3 nädalaga, härjanahad 2—3 kuuga jne. Tarvitades aga mitmesuguseid teisi abinõusid, võib parkimist teostada ka mõne päevaga.

Vana, aeglane parkimisviis on nüüd peaaegu igal pool nahatööstustes asendatud kiirparkimisega ja selle tagajärjel on tekkinud eriline tööstus, mille ülesandeks on parkekstraktide valmistamine.

5. Nahkade parkimise tehnoloogiline protsess.

a) Eeltööd.

Nahkade roiskumise ärahoidmiseks tuleb neid parkida otse pärast nülgimist; juhul aga, kui see on võimatu, siis teostatakse nahkade konservimist.

Toornahkade konservimine toimub nende soolamise või kuivatamise teel.

Nahkade soolamise konservimisainena tarvitatakse keedusoola (NaCl). Parimaks soolamisvahendiks on puhas meresool, mäesoola aga ei saa kasutada selle teatavate nahka kahjustavate kõrvalainete sisalduse tõttu.

Soolamiseks laotakse värske nahk lauale, voldid venitatakse sirgeks ja riputatakse naha lihapoolsele pinnale rikkalikult soola, nõnda et naha pinnast ei jääks soolamata ükski koht. Nõnda soola-

tud nahad laotakse riita ja lastakse seista kuni nende täieliku sooldumiseni.

Sooldunult on naha lihapoolne pind värvuselt valkjas, käega katsudes nahk tundub pehme ja painduv. Soolamise tagajärjel kahaneb nahk oma kaalus ca 12—20%.

Soolamine põhineb keedusoola desinfitseerival toimel. Soolamisel sool imeb nahast vee välja ja ühtlasi ise vees lahustunult imbub nahasse. Kuna aga enamik roiskumist põhjustavaid pisikuid sisaldab samuti ca 80—85% vett, siis kisub sool või kange soolvesi ka neist vee välja ja pidurdades seega pisikute arenemist takistab roiskumist.

Nahkade kuivatamine peab toimuma päikese kiirte eest kaitstud varjulises ning kuivas kohas, kuna päikese käes kuivatatud nahad muutuvad rabedaks ning parkimiskõlbmatuks. Kuivatamise otstarbeks nahad riputatakse latile, nende otsad seotakse lati külge kinni, reite otstesse aga asetatakse pilpaid või tikke. Sääraselt asetatud nahad kuivavad hõlpsalt ning võrdlemisi ühtlaselt.

Kuivatatud nahku tuleb kaitsta koide eest, sest koid söövad villa või karva, rikkudes ka naha pinda. Koide tõrjeks tarvitatakse naftaliini ($C_{10}H_8$).

Värskete, s. o. toor-soolatud või kuivatatud nahkade parkimiseks ettevalmistamine algab nende leotamisega.

Nahkade leotamist teostatakse puhtas vees; eriti suvel tuleb vett sagedasti vahetada, et ära hoida nahkade roiskumist. Soolatud nahku leotatakse 2—3 päeva vältel, mille jooksul neis olev sool välja liguneb ja nahad imavad endasse vajaliku veehulga, seejuures tursudes.

Kuivatatud nahkade leotamine on märksa raskem ning nõuab 5—10 päeva. Leotamisprotsessi hõlbustamiseks ja kiirendamiseks lisandatakse leotusveele tihti veel seebikivi (NaOH), naatriumsulfiidi (Na_2S), soodat (Na_2CO_3) ja teisi kemikaale.

Naha edasine töötlemine on olenev sellest, millist nahaliiki tahetakse valmistada. Tavalise karvadeta naha valmistamisel leotamisele järgneb nn. painimine, mille ülesandeks on karvade (villa) ja marrasknaha pärisnahast eemaldamine.

Vanasti painiti peamiselt kustutatud lubjaga $Ca(OH)_2$, millele mõnikord lisati veel punast väävlisarseeni (As_2S_3). Nüüd tarvitatakse lisaks eelmistele veel Na_2S ja NaCl.

Paini valmistamiseks lahustatakse nimetatud kemikaalid puhtas vees ja hoitakse nahku neis vesilahustes, kuni karvad hakkavad kergesti lahti tulema.

Painimist võib sooritada veel mädandamisega, kuna nahka mädandades karva juured ja marrask määnduvad enne pärisnahka ja karvad tulevad lahti. Määndumisel mõjutatakse nahku soojusega või auruga. See viis on aga tööstuslikult vähem kasutatav.

Karvade või villade kõrvaldamine võib toimuda veel nn. mähje abil, s. o. kontsentreeritud painiseguga, mida määritakse nahkade lihapoolele.

Mähje tungib karvakotikesteni ja hävitab neid, mille tagajärjel lahtitulnud karvad lükatakse ja nopitakse pealt ära. Seda menetlust kasutatakse juhul, kui soovitakse villa või karvu säilitada, mis tavalisel painimisel saab enamasti täielikult rikutud.

Painimise ja karvade kõrvaldamise järel nahad loputatakse puhtas vees, kõlu ärastatakse ja puhastatakse pinnalt.

Karvade kõrvaldamine võib toimuda kas käsitsi või mehaaniliselt vastavais pöörlevais parktõrtes nahkade vastastikusel hõõrumisel.

Kõlu ärastamise all mõistetakse aga nahaaluse — rasvakihi kõrvaldamist. See võib toimuda samuti kas käsitsi teravate nugade abil sellekohasel tsinkplekiga kaetud poomil, või masinaga, milles kiiresti pöörlev nugadega varustatud valts nahaaluse ära lõikab. Selliselt kõrvaldatud nahaalust nimetatakse kõluks ning tarvitatakse toorainena liimivalmistamisel.

Naha pinna puhastamine toimub tavaliselt käsitsi sellekohase pinnapuhastamisraua abil. Nõnda karvadest, marraskist ja naha aluskihist vabastatud ja parkimiseks ettevalmistatud pärisnahka nimetatakse mälvaks.

b) Parkimine.

Nahkade parkimine toimub vastavate parkainete abil, kusjuures iga parkaine annab nahale erinevaid omadusi. Kõik parkained jagunevad orgaanilisteks ja anorgaanilisteks ehk mineraalparkaineteks.

Enam levinud on orgaanilistest parkainetest taimpark. Arheoloogilised andmed tõendavad, et juba 3—4 tuhat aastat tagasi vanad hiinlased ja egiptlased oskasid nahku parkida. Keskajal näitas parkimiskunst tagasiminekut. Alles möödunud sajandi keskpaiku hakkas parkimine jälle arenema; sajandi lõpul võeti tarvitusele pöörlevad parktõrred, mis võimaldasid näit. tallanaha mõne nädalaga endise kahe aasta asemel läbi parkida. Kuid peab tähendama, et ka praegusel ajal parkimisel toimuvad keemilised protsessid on seni veel uurimata ning et parkimine toimub enamasti empiirilistel kogemustel.

Taimpark.

Taimpargi puhul vastavalt ettevalmistatud mälvad pannakse parkaine vesilahusesse ning lastakse neid seal liguneda kuni läbiparkumiseni.

Vanasti laoti nahad ja parkaine (puukoor) vaheldumisi laudadega vooderdatud auku, kuna auk täideti veega. Vees lahustuv parkaine ligunes aja jooksul koorest välja ning imbus nahasse. Sel teel saadud naha tugevus ja vastupidavus oli hea, kuid parkimine kestis väga kaua, rasketel tallanahkadel kuni 2 aastani ja veelgi rohkem.

Aja jooksul töökäik kiirenes. Koore asemel hakati tarvitama parkekstrakte, tõsteti temperatuuri, võeti tarvitusele pöörlevad parktõrred jne. (vt. parkekstraktid!).

Mineraalpark.

Mineraalpargi tähtsamad alaliigid on: a) maarjas- ja b) kroompark.

a) Maarjaspargi juures parkaineteks on maarjajää [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$] ja keedusool (NaCl). Maarjajää, mis on alumiiniumi ja kaaliumi väävelhapu liitsool ning sisaldab 12 molekuli kristallvett, kaotab aja jooksul viimase ning muutub valgeks pulbriks. Parkivaks osaks maarjajääs on väävelhapu alumiinium [$Al_2(SO_4)_2$], millega maarjajääd ka sageli asendatakse.

Maarjajää soola juuresolekuta nahka ei pargi, sest oma hapude omaduste tõttu ta tursutab nahka, mis siis parkainega ei ühine.

Parkimisel maarjajääga ja keedusoolaga lisandatakse veel mitmesuguseid aineid, nagu jahu, rasva, munarebu jne. Nende ainete ülesandeks on täita nahapoore maarjajää ja soola väljauhtuvuse vähendamiseks.

Parkimist toimetatakse kas seisvates või pöörlevais tõrtes, kuhu maarjajää, soola ning abiainete lahusesse asetatakse pargitavad nahad. Parkimisprotsessi kiirendamiseks segu soojendatakse ca 40° C. Läbiparkimiseks kuluv aeg oleneb naha paksusest ning töötlemisviisist.

Maarjajää ühinemisvõime nahaga on võrdlemisi nõrk ja osa sellest uhtub hiljem välja, keedusool on aga veel kergemini väljauhutav, seepärast maarjasparknahk ei ole sobiv jalanõudeks.

Tähtsamateks maarjasega pargitud nahkadeks on raagnahk ja kindanahk (nn. glassee).

Maarjasnahk omab suurt sitkust, on väga vastupidav rebimisele, veniv, laseb hästi õhku läbi ning on seega soe. Maarjasnahk

ei ole kuumakindel ning soojendamisel hävineb juba ca 80° C juures.

b) Kroomnahku pargitakse kolmel viisil: kahevanni-süsteemil, ühevanni-süsteemil ja kombineeritud süsteemil.

Parkainetena kasutatakse siin peamiselt järgmisi kroomsooli: kaaliumbikromaati ($K_2Cr_2O_7$), naatriumbikromaati ($Na_2Cr_2O_7$) ja kroommaarjast [$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$].

Kahevanni-süsteemil toimub esimeses vannis kroomimine $Na_2Cr_2O_7$ või $K_2Cr_2O_7$ abil soolhappe (HCl) lahuses, kuni nahad täiesti parksooladega läbi imbuvad. Kroomimisele järgneb kroomhappe soolade taandamine nn. antikloori abil ($Na_2S_2O_3$).

Naatrium thiosulfaadi ($Na_2S_2O_3$) toimel kroomhappe sool taandub Cr_2O_3 soolaks ning tekib kroomvesihapend [$Cr(OH)_3$].

Kroomvesihapend on vees lahustumatu ning sadestub välja, tekkiv aluseline kroomsool aga pargib nahka, kuna bikromaadid otse parkivat toimet ei evi.

Ühevanni-süsteem on vanem parkimisviis ja praegu vähem tarvitatav. Seejuures võetakse järgmisi Cr_2O_3 sooli, nagu $Cr_2(SO_4)_3$ — kroomsulfaat, $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ jt., lahustatakse nad vees (vannis) ning aluselise soola tekkimiseks lisatakse juurde soodat (Na_2CO_3), soola (NaCl) jms.

Seega vastandina kahevanni-süsteemile siin juba enne parkimise algust viiakse naatriumbikromaat või kaaliumbikromaat üle aluseliseks soolaks, kuna eelmisel juhul see toimus alles nahas endas.

Kombineeritud süsteemis on ühendatud ühe- ja kahevanni-süsteem, sest sageli kasutatakse parema läbiparkuvuse saavutamiseks kahevanni-süsteemile lisaks veel ühevanni-süsteemis parkimist.

Kõikide kroomparkimise süsteemide juures nahas leiduvad happed tuleb neutraliseerida selleks, et hõlbustada naha rasvatamist ning vältida happe kahjulikku mõju. Neutraliseerimisvahenditena tarvitatakse peamiselt booraksit ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) või söögisoodat ($NaHCO_3$).

Kroomnaha sitkus, venivus ja rebimiskindlus on suuremad kui taimparknahal, kuid vähemad kui maarjasparknahal. Kulumisele on kroomnahk palju vastupidavam taimparknahast. Hea kroomnahk talub keetmist. Selle värvus on märjalt rohekas või sinakas hall, kuivalt aga peaaegu valge.

Kroomnahka tarvitatakse peamiselt jalanõude pealsete valmistamiseks ning vähemal määral ka taldadeks, rihmadeks ja peentöödeks.

Kui hõõruda toornahka kuivamisel loomarasvadega, muutub ta kuivanult pehmeks ja painduvaks. Parkivate omadustega on ainult mereloomade rasvad, mida saadakse näit. tursamaksast, hülgerasvast, vaalaskalast ja heeringast.

Säärast rasvadega pargitud nahka nimetatakse seemisnahaks.

Et rasv paremini naha sisse tungiks, kõrvaldatakse enne parkimist naha välispind, mille tõttu seemisnahad on mõlemalt poolt sametitaolised.

Naha poolt sidumata jäänud, s. o. liigse rasvpargi nahast kõrvaldamine toimub kas väljasurumisega või soodalahuses pestes.

Seemisnahk on eriti pehme, sitke ja veniv ja laseb hästi õhku ja vett läbi. Teda võib leotada vees ja pesta seebiga, ilma et ta oma omadusi kaotaks.

Seemisnahast valmistatakse kindaid, vähesel määral jalanõusid ning tarvitatakse ka rõivastuseks, näit. palituteks jms.

6. Naha sordid.

Tähtsamatest naha sortidest võib nimetada järgmisi:

a) Alusnahad: tallanahk, pinsolinahk, pastlanahk ja teised nahad, mida tarvitatakse jalanõudetööstuses jalatsite alla. Neid valmistatakse paksudest pulli- ja lehmanahkadest ning pargitakse taim- ja kroompargiga.

b) Pealisnahad: siia kuuluvad kõik nahad, mida tarvitatakse jalatsite pealseteks ja väikesel määral ka peennaha- ning sadulsepatöödeks. Tooraineks tarvitatakse veise-, mullika-, lamba- ja kitsenahku. Pargitakse peamiselt kroompargiga.

Taimpark-pealisnahana on hästi tuntud juhtnahk, mida pargitakse pajukoorega. Juhtnahka valmistatakse tavaliselt veisenahast.

c) Tehnilised nahad on sellised, nagu masinarihmanahk, tekstiiltööstuse löögirihmad, pumbaklappideks tarvitatavad nahad jne. Masinarihmu valmistatakse naha keskosast ning pargitakse nii kroom- kui ka taimpargiga.

d) Peennahad. Siia kuuluvad maarjajääga pargitud nn. glasseekindanahk, lamba-, hirve- või põdranahkadest rasvpargiga valmistatavad seemisnahad, sumakiga pargitud kitsenaha-safian, kunstlikkude parkainetega valmistatavad ussi- ja sisalikunahad jms.

e) Raagnahk. Raagnahka valmistatakse maarjajääga, soolaga ning rasvadega. Toormaterjaliks on peamiselt veisenahad.

Raagnahk on väga sitke ning hästi vormitav. Teda tarvitatakse hobuseriistade valmistamiseks, masinarihmadeks ja plattnahaks.

f) Mitmesugused erinahaliigid. Siia kuuluvad mitmesugusteks eriotstarveteks valmistatavad nahasordid, nagu: pärgament, trummi-, transparent- ehk õmblusrihmanahad jms.

7. Liim.

Liime on väga palju liike. Tähtsamaid neist on loomsed — s. o. naha ja kondiliimid, ning nn. külmliimid, nagu kaseiin-, tärklis-, albumiin- ja teised liimid, mida tarvitatakse külmalt.

a) Loomsed liimid.

Loomsete liimide valmistamisel toorainena tarvitatakse liimimoodustajaid valke — kollageene sisaldavaid loomanaha jäätmeid ning konte.

Kollageen on vees lahustumatu, kuid veega lahjendatud hapetega keetmisel muundub ta glutiiniks, mis ongi liimi põhiaineks.

Olenevalt tarvitatud toorainest, loomsed liimid jagunevad naha- ja kondiliimideks. Üldiselt peetakse nahaliimi paremaks, kuid tavaliselt vabrikud toodavad liime, mis on mõlemate sortide segu.

Liimi saak ja tema headus oleneb suuresti tarvitatud toorainest.

Liimi valmistamine nii nahajäätmeist kui ka kontidest toimub üldiselt järgmiselt: tooraine vabastatakse kõrvalainetest kas kemikaalide (lubjalahus, soolhape jne.) või kõrg-aururõhu abil ning leotatakse kuumas või keevas vees.

Aurutamisviisil toodetakse ainult kondiliimi. Selleks ekstraheeritakse jämedalt purustatud konte bensiini või mõne teise orgaanilise solvendi abil.

Saadud rasvavabad kondid puhastatakse märjalt nõrgas happevesilahuses ning seejärel asetatakse autoklaavi, kus kondipuru mõjutatakse kordamisi auru ja kuuma veega. Aurutamisperioodil kollageen (osseiini peaaine) muutub vees lahustuvaks glutiiniks, kuna veeperioodil glutiin lahustub ning tekib liimilahus.

Nahaliimi valmistamisel nahajätiseid leotatakse 5%-lises lubjavees 1—4 nädalani. Lubjavee mõjul lagunevad lihajäänused ja ebapüsivamad valkained, kuna rasvad seebistuvad vees mittelahustuvaks Ca-seebiks. Edasi pestakse nahajätiseid vees neutraalse reaktsioonini, millele järgneb glutiini väljaleotamine keedukatlas.

Eeltöötlemisviisist olenemata nii või teisiti saadud liimilahust töödeldakse edasi filtrimise, pleegitamise ning kontsentreerimisega vaakuumis, millele järgneb liimi tahvliteks lõikamine ja kuivata-

mine. Parajalt tardunud massist väljalõigatud tahvlite kuivatamine toimub tavaliselt kas välisõhuga või sooja õhuga erilistes kuivatistes puuvillasest niidist või alumiiniumtraadist võrkudel (võrgujäljed tahvlitel).

Pleegitamise otstarbeks on liimi värvituks tegemine (näit. tisleriliim).

Pleegitamist teostatakse kloorlubjaga, alumiiniumsulfaadiga, maarjasega, fosforhappega jt. vahenditega. Pleegitamine tuleb arvesse ainult kondiliimi valmistamisel, kuna korralikult eeltöödeldud ja neutraliseeritud nahaliimi lahus ei vaja pleegitamist.

b) Külmliimid.

Tüüpilisem külmliim on kaseiinliim. Kaseiini ehk kohupiimapulbrit saadakse lehmapiimast, milles teda leidub 2—4,5%. Kaseiini tarvitamine liimi valmistamiseks põhineb ta omadusel moodustada leelise mõjul venivaid ja aja jooksul iseenesest tarduvaid lahuseid. Mõjurina kasutatakse kustutatud lupja koos mõne natroonleelist sisaldava ainega, nagu sooda, booraks, vesiklaas (Na_2SiO_3) jm. Tarvitamiseks kaseiinliim (pulber) lahustatakse ettemääratud vee hulgaga, tavaliselt 2—3 osa külma vett ühe osa külmliimi pulbri kohta.

Tärklisliimi ehk dekstriini valmistatakse kartuli-, maisi- jt. tärklisest.

Dekstriini valmistamiseks kuumutatakse tärklis raudtrumlites ca 150° C-ni või mõjutatakse teda soolhappega (HCl) või lämmastikhappega (HNO_3).

Kuumutamise või hapete mõjul tärklis, mis muidu vees ei lahustu, muutub fermendi diastaasi toimel dekstriiniks. Dekstriin on vees lahustatav ja annab sellega kleepuvat vedelikku, mida kasutataksegi liimina.

Kaseiin- ja tärklisliimi kõrval toodetakse veel verealbumiinliime, millede tooraineks on looma veri, kummiliime (kummiaraabik), mille lähteaineks on troopiliste taimede kummimahl jne. Nende liimide osatähtsus meie liimitööstuses on minimaalne.

8. Eesti NSV naha- ja liimitööstus.

Nahaparkimistööstused on suures enamuses koondatud meie Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi alla. Naha töötlemist ja parkimist teostavad nahakombinaat «Union» Tallinnas, Tartu Nahakombinaat, nahatööstus «Kroom» Pärnus, Rakvere I Eesti Kroomnaha-

vabrik, Võru Nahatööstus ja terve rida väiksemaid nahaparkaleid üle maa. Nimetatud tööstused valmistavad juht-, kroom-, seemis-, pastla-, voodri-, pinsoli-, pastla- ja raagnahka. Pärnu nahatööstus «Kroom» asus ka lakknaha valmistamisele.

Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi plaan nahatootmise osas viisaastaku perspektiivis on järgmine:

	1946. a.	1950. a.
Alusnahka	350 t	900 t
Pealisnahka	20 milj. dm	40 milj. dm

Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi nahatöötlemisettevõtete kõrval töötab veel ETKVL-i süsteemis kuus väiksemat nahaparkimistööstust ja kaks sadulsepatöökoda, kusjuures viimased toodavad peamiselt raagnahka ja hobuserakmeid. Ka erasektoris teostatakse nahaparkimist, kuid sellel tööstuslikku tähtsust ei ole.

Suurimaks liimitootjaks on meil Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi süsteemi kuuluv Tallinna Liimitehas, mis toodab naha-, kondi- kui ka tärkliseliimi, kontoriliimi valmistab veel sama süsteemi kuuluv keemiatööstus «Edasi». Kontori- (tärklise-) liimi toodavad veel keemiatööstus «Odor» (Eesti NSV Toiduainete Tööstuse Ministeerium), keemiatehas «Orto» (ETKVL) ja rida teisi väiksemaid keemialaboratooriume.

Kaseiin- ja albumiinliime esialgu meil veel ei toodeta, kuid näit. Tallinna Lihakombinaadis on juba asutud mitmesuguste arstimite, nagu hemotogeeni jms. tootmisele, loomavere jäätmete ratsionaalsema ärakasutamise mõttes.

9. Jalanõude tööstusliku valmistamise tehnoloogiline protsess.

Kõik jalatsite valmistamise tehnoloogilise protsessi operatsioonid võib jaotada nelja tootmistsükli: 1) pealsete valmistamine, 2) talla detailide ettevalmistamine, 3) pealsete voodriga kokkuõmblemine ja 4) pealse ja talla valmistooteks ühendamine ja sellele järgnevad viimistlemistööd. Pealseteks on tavaliselt vasika, kitse, lamba, sea ja ka hobuse kroomparknahad. Tugevate ja veekindiate saabaste valmistamisel (kaluritele, jahimeestele jne.) aga tarvitatakse ka taimpargiga valmistatud veisenahka ehk nn. juhtnahka. Pealsete voodriks kasutatakse peamiselt apreteeritud riiet.

Nii pealsed kui ka voodrimaterjal valmistatakse ette vastavate stantside ja voodrilõikamismasinate abil.

Selliselt ettevalmistatud pealsed ühendatakse voodriga, tihendatakse ja venitatakse ühtlaselt välja sellekohastel masinatel. Sellele järgneb pitsi pealekleepimine.

Jalatsite tallaaluseid detaile, nagu pinsoleid, kannakappe, kontse, taldu jne. kasutavad vabrikud samuti juba valmislõigatuna.

Pinsoliks tarvitatakse nõrka lehmanahka või pappi, kannakappe valmistatakse kas nahast, veekindlast papist või kummist. Kontsad on puust või kummist. Tallamaterjaliks on aga tavaliselt tugev veisenahk või kummivabrikute poolt selleks valmistatavad kummitallad.

Pealse vormimine ja selle pinsoliga ühendamine toimub liistuletõmbamisega, mida teostatakse nn. tsvikkimismasinatel tsvikkimisnaelte ehk tekside ja liimimise abil. Tsvikkimisel pinsol asetatakse liistu põhja alla, masin tõmbab pealse liistule, venitab ja ühendab selle esiteks ninast, siis kannast ning lõpuks külgedelt.

Peale tsvikkimist asetatakse liistuletõmmatud poolfabrikaadid kuivatisse. Liimi kuivamise järel teksid kõrvaldatakse ja sellele järgneb talla kinnitamise operatsioon.

Talla kinnitamisviisist olenevalt tuntakse järgmisi jalatsite liike: 1) kruvitatud, 2) tikutatud, 3) läbiõmmeldud ja 4) rantõmmeldud.

K r u v i t a t u d taldadega jalatsite valmistamisel tald kinnitatakse traatkruvidega. Sissekruvimist teostab vastav masin, mis ka traadiotsad ära lõikab. Kruvitatud jalanõud on vähe painduvad, kuid on eriti niiskusele vastupidavad.

T i k u t a t u d jalatsitel tald kinnitatakse puutikkudega ehk -naeltega, mida valmistatakse värskest vahtra- või kasepuidust, pleegitatakse väävliga ning kuivatatakse keerlevais trumleis. Kandes oma pinnal tugevat survet, istuvad tikud naha sees hästi. Tikutatud taldadega jalatsid on samuti vähe elastsed, kuid vastupidavad. Nii kruvitatud kui ka tikutatud jalatsid nõuavad tugevast nahast pinsolit, papist pinsolit siin tarvitada ei saa.

L ä b i õ m m e l d u d tald kinnitatakse pinsoli ja pealse külge ühekordse õmblusega. Õmblemiseks tarvitatakse pigitatud niiditraati. Jalatsite vastupidavuse suurendamiseks õmblus paigutatakse pikuti talla serva tehtavasse täkkesse.

Läbiõmmeldud taldadega jalatsid on painduvad ja mugavad kandmisel ning seepärast on leidnud suurt poolehoidu tarvitajaskonna poolt.

R a n t õ m m e l d u d taldadega jalatsitel esineb veel nn. rant, mis ühest küljest õmmeldakse pinsoli külge, kuna teisest küljest talla külge kinnitatakse. Tald kinnitatakse siin mitte pealse ja pinsoli külge otseselt, vaid randi külge. Rantõmmeldud jalatsid on

väga painduvad ja vastupidavad, kuid nad nõuavad tugevat pinsolit ja nende valmistamine on aegaviitev.

Nende nelja tallakinnitusviisi kõrval leiavad ikka rohkem ja rohkem tarvitamist nn. liimitud taldadega jalatsid. Eriti laialt tarvitatakse liimimist kummitaldadega jalatsite puhul. Liimainetena tarvitatakse erilisi kummiliime, vahel teostades taldade kinnitamist ka vulkaniseerimisega.

Talla kinnitamisele järgneb tavaliselt selle freesimine ning siis kontsa kinnitamine kas naeltega või liimiga, vahel ka nii liimimise kui naelutamisega korraga.

Kontsa kinnitamisele järgneb veel terve rida viimistlemistöid, nagu: kontsa klaasimine, s. o. kontsa puhastamine eriliste kaapterade abil, talla ja kontsa poleerimine, voodri kleepimine, pealse apreteerimine jne. Viimaseks tööks on paelte panek.

Jalatsite mehhaniseeritud valmistamisel kasutatakse veel mitmesuguseid erimasinaid. Nii kuuluvad pealsete valmistamise spetsiaalmasinate hulka: nööpaugu-, siksak-masin, silmapanemismasin, haagipanemismasin. Siledateks ja kaunistusõmblusteks tarvitatakse nn. lameplaatmasinat; torukujulistele pealsetele tagumiste rihmade pealeõmblemiseks, parandus- ja muudeks sellisteks töödeks on nn. lappmasin. See masin nihutab materjali edasi ülalt ja tema pikalt sirutatud vars lubab õmblusi valmisjalanõudel ja muidu juurdepääsmatutel kohtadel. Vahepealse klassi eeltoodute juurde moodustavad veel nn. vasaku- ja paremakäemasinad jne.

10. Eesti NSV jalanõude tööstused.

Suurimateks jalanõude tööstusteks on meil Nahakombinaat «Union» Tallinnas, Tartu Nahakombinaat, jalanõude tööstus «Aktiiv» ja pealsetetööstus «Oktoober», mis peale pealsete toodab vähesel määral ka mudeljalatseid. Kõik nimetatud jalanõude tööstused kuuluvad Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi süsteemi; peale nende töötab veel terve rida kingsepatöökodasid tööstuskombinaatide juures ning ligi 40 jalanõude ja kingsepatöökoda ETKVL-i alluvuses. Neljanda stalinliku viisaastaku lõpuks 1950. a. ulatub meil nahkjalatsite tootmine 923 tuh. paarini, millest kaalukam osa langeb Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi ettevõtetele:

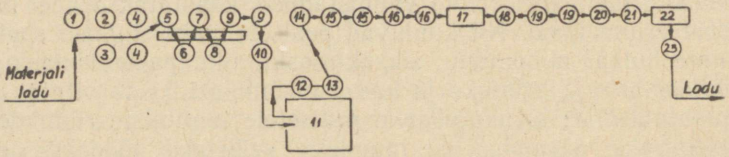
Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeerium	1946. a.	1950. a.
Nahkjalatsid	500 tuh. pr.	800 tuh. pr.

Oleva viisaastaku jooksul rekonstrueeritakse ja viiakse üle vooltootmismeetodile jalatsite tootmine nahakombinaadis «Union» Tallinnas ja Tartu Nahakombinaadis.

Nahakombinaat «Union» teostas juba 1946. a. viimases veerandis mõningaid muudatusi oma tehnoloogilise protsessi ratsionaliseerimiseks, mille tulemusena on saavutatud toodangu tõusu ca 40% ja tööjõudluse tõusu 15%. Saapavabriku päevatoodang on suurenenud 900—1400 paarini.

Tehnoloogilise protsessi ratsionaliseerimine ja vooltootmisele üleviimine seisis lühidalt järgmises.

Enne ratsionaliseerimist osakondade mitmelaadilise töö tõttu olid tööpingid paigutatud juhuslikult, tehnoloogiline protsess viimistlemata, iga osakond valmistas mitut liiki jalatseid: kruvitatud, tikutatud, läbiõmmeldud, rantõmmeldud jne.



Joon. 86. Nahakombinaat „Union'i" läbiõmmeldud talla osakonna tööskeem: 1 — pinsoli kinnitamine; 2 — kapi kleepimine; 3 — pitsi kleepimine; 4 — kapi kinnitamine; 5 — pealetõmbamine; 6 — külje tsvikkimine; 7 — pitsi tsvikkimine; 8 — kanna tsvikkimine; 9 — kloppija; 10 — kontrollija; 11 — kuivati; 12 — pallimine; 13 — talla kinnitamine; 14 — talla õmblemine; 15 — talla kleepimine; 16 — talla freesimine; 17 — kontsa kinnitamine; 18 — kontsapleki kinnitamine; 19 — kontsa klaasimine; 20 — värvimine; 21 — talla ja kontsa poleerimine; 22 — voodri kleepimine, pealse apreteerimine, paelte panek; 23 — praakija.

Vooltootmissüsteemi rakendamiseks loodi kolm osakonda: 1) kruvitatud ja tikutatud tallaga jalatsite, 2) rantõmmeldud jalatsite ja 3) läbiõmmeldud tallaga jalatsite valmistamiseks.

Masinad paigutati ümber vastavalt vooltootmissüsteemile; monteeriti lahti ja paigutati uutele kohtadele ligi 120 masinat. Osakondade organiseerimine vastavalt töö iseloomule andis tööle suurema voolavuse. Kui seni tööline pidi oskama mitut liiki tööd, siis osakondade spetsialiseerumisega osutus võimalikuks ka tööliste spetsialiseerumine kitsamale erialale. Kõige rohkem tõusis aga töötajate tööjõudlus transpordi arvel. Praegu tarvitusele võetud transportvankri asemel minnakse edaspidi üle mehhaniseeritud konveiersüsteemile. Seega jääb ära aega ja ruumi võttev vankri lükka-

mine. Samuti rakendatakse konveier-kuivati, mille tagajärjel see tootmistsükkel lüheneb kolmest päevast kuuele tunnile. Defitsiitse nahkmaterjali säästmise otstarbel on asutud kummikontsade valmistamisele.

Esmakordselt Eesti NSV-s rakendati tööle kaks pealsestantsi, millel üks inimene võib teha kahe kuni kolme inimese töö. Varem lõigati meil pealseid välja käsitsi, nüüd aga lüüakse need stantsiga korraga välja. Samuti rakendati veel voodrilõikamismasin, mis võimaldab neljakümnekordse riide lõikamist ning mille tagajärjel tööjõudlus tõusis kümme korda.

Pärast masinate ümberpaigutamist läbiõmmeldud talla osakonna tööskeem on kujutatud joonisel 86.

XIV peatükk.

VÄIKSEMAD TÖÖSTUSHARUD.

1. Tuletikutööstus.

Tuletikud on tulesaamisvahend, mis kujutavad endist ühest otsast hõõrdumisel süttiva ainega kaetud puupulgakesi.

Sajandite vältel oli tulesaamine vaevaline ja aeganõudev toiming. Muistsetel aegadel saadi tuld nn. tulehõõrumisega, mida metsrahvad kasutavad veel praegugi. Kaua püsis tulesaamine tulerauaga, milleks kasutati terasetükki ja tulekivi. Rauaga vastu kivi lüües kargas rauast killuke, mis hõõrdumisest helevalgelt hõõgus ja kergestisüttivale ainele langedes selle süütas. Viimasena kasutati tavaliselt puude küljes kasvavat seent, nn. pahka ehk taela. Kuivatatult ja pargitult (salpeetriga) süttis viimane sädemest hõõguma, tekkinud leegikest suurendati pealepuhumisega.

Nii vaevarikas oli tule saamine ja seepärast säilitati teda tavaliselt hõõguvate süte näol selleks, et vältida uut aegavõtvat tuletegemist.

Nüüdisaegse tuletiku esivanemana ilmus alles 18. saj. lõpul turule puit-tikke, mis olid otsast varustatud süttiva peakesega. Tiku pea pistmisel väävelhappega täidetud pudelisse süttis tikk keemilisest protsessist, kuid ka väävelhapet pritsis seejuures laiali, rikkudes riideid ja mööblit. Hiljem asetati pudelisse väävelhappes immutatud asbesti.

1816. aastal hakati valmistama fosfortikke, mis olid aga mürgised. Suuremat tähtsust evisid 1832. a. leiutatud nn. fosforivabad tikud, mille süütemass koosnes kaaliumkloraadi (Bertholet' soolast) — $KClO_3$, väävlisantimoni — Sb_2S_3 ja liimi segust. Viimased polnud mürgised nagu eelmised, kuid süttisid juba pisikesest põrutusest või hõõrdumisest ja olid ohtlikud. Alles 1895. a. järgnesid neile praegu tarvitatavad nn. ohutud rootsi tuletikud, mille tootmine ja tarvitamine on levinud tänapäeval kõikjal.

Rootsi tuletikkude valmistamise tehnoloogiline protsess koosneb kolmest operatsioonist: 1) nn. tikutraadi valmistamisest, 2) süütesegu valmistamisest ja 3) tikutraadi otste süütesegupeadega varustamisest.

Tikutraadi, s. o. ilma tikupeadeta puit-tikkude materjaliks on haab, pappel, pärn, kask, mänd või kuusk; samaks otstarbeks võib tarvitada ka paberit, turvast jms.

Puit-tikutraadi valmistamiseks võetavad pakud kooritakse ja lõigatakse vastavate masinatega õhukesteks kihtideks. Põiklõikes tikutraat on tavaliselt neljakandiline. Paku õhukestest laastudest valmistatakse tikukarbid ehk -toosid ja nende põhjad. Tikutraadi valmistamise materjalina eelistatakse vanemat puitmaterjali, mida eeltöötlemisel kuivatatakse põhjalikult kas vabas õhus või kunstlikult vastavais kuivatites. Selliselt valmistatud tikutraat lõigatakse teatud pikkusega tükkideks, nn. puit-tikkudeks.

Tikkude põlemise soodustamiseks kastetakse neid väävlisse, parafiini, vahasse või tärpentini. Peale selle impregneeritakse neid puusõe hõõgumise vältimiseks mitmesuguste mineraalsooladega, näit. ammooniumfosfaadiga [$(NH_4)_2HPO_4$], ammooniumsulfaadiga [$(NH_4)_2SO_4$], tsinksulfaadiga ($ZnSO_4$) jms.

Peale impregneerimist tikud kuivatatakse.

Vääveldamiseks, parafiinimiseks jms. kui ka tikuotste süütepeadega varustamiseks asetatakse tikud raamidesse, igasse raami ca 2500 tikku.

Süütesegu valmistatakse peamiselt kaaliumkloraadist ($KClO_3$), väävlisantimonist (Sb_2S_3), kaaliumbikromaadist ($K_2Cr_2O_7$), punasest fosforist (P), väävlist (S), pruunkivist (MnO_2), baariumsulfaadist ($BaSO_4$) jms., millele lisatakse pulbriks peenendatud klaaspuru ja liimi.

Kõik nimetatud süütesegu valmistamise lähteained asetatakse kuulveskisse ja jahvatatakse homogeenseks massiks.

Süütesegu pealekandmine puit-tikkudele toimub vastavate masinatega, kus tikud koos raamidega liiguvad kahe valtsi vahelt läbi, kusjuures üks valts surub tikke teise valtsi vastu, mis pöörleb süüteseguga täidetud künas.

Peale süütesegu pealekandmist asetatakse raamid tikkudega kuivatisse ning kuivatatakse ca 30° C temperatuuris 1—6 tundi.

Moodsates tikuvabrikutes kõik tööprotsessid on eranditult mehhaniseeritud, kusjuures nn. universaalmasinad sooritavad kõik vajalikud operatsioonid, alates tikutraadi lõikamisest kuni valmistikkude toosidesse pakkimiseni, täiesti automaatselt.

Tikutoose valmistatakse õhukestest puit-laastudest samuti masinatega. Tikutooside seinad kaetakse punast fosforit, väävlisanti-

moni ja liimi sisaldava seguga. Tikupeaga vastu toosi seina hõõrdumisel astub $KClO_3$ keemilisse reaktsiooni punase fosforiga, viimane muutub kollaseks fosforiks ning süttib, koos sellega süttib ka tikk.

Viimasel ajal on hakatud valmistama tikke, mis süttivad põlema ka igasuguse pinna vastu hõõrumisel.

2. Eesti NSV tuletikutööstus.

Eestis asutati esimene tuletikuvabrik 1863. a. Tallinnas, hiljem asutati veel tuletikuvabrikuid Paidesse, Viljandisse ja mujale. Enne esimest maailmasõda moodustas tikuvabrikute kogutoodang ca 70 miljonit toosi aastas.

Kodanliku «iseseisvuse» esimesil aastail sattus meie tuletikutööstus kohe raskustesse, kuna tikutööstuse peamine turg — Vene — kõrvaldus, Eesti siseturg aga ei suutnud tarvitada kogu toodangut.

Konjunktuuri muutus sundis meie tuletikutööstust orienteeruma ekspordile, mis põhjustas tuletikutööstuses ka teatud elavnemist. Konkurentsi tagajärjel sattusid aga meie tuletikuvabrikud teravasse omavahelisse võistlusse ning tikkude hinnad langesid äärmiselt, nii et paljud tööstürid olid sunnitud müüma kaupu alla omahinda. Olukorra päästmiseks sõlmis Eesti kodanlik valitsus rootsi tuletikutrustiga monopolilepingu ja 1928. a. asutati a/s. «Eesti Tulitikumonopol», mis tegelikult esindas kurikuulsa Ivar Kreugeri tuletikutrusti, mis selleks ajaks monopoliseeris ja kontrollis ca 70% tuletikkude maailmatoodangust.

Monopoli tulemused olid ilmsed: 1928. a. keskpaiku viiest tikuvabrikust pandi seisma kaks (a/s. Lendra ja a/s. P. Eiche), 1930. a. suleti o/ü. «Baltika» tuletikuvabrik Paides ja 1932. a. Tallinna tuletikuvabrik. Seega jäi tegutsema ainult üks tuletikuvabrik, asukohaga Viljandis.

Tingituna vabrikute sulgemisest vähenes ka tuletikkude kogutoodang 1928. a. 131 milj. toosilt 1935. a. 52,5 milj. toosile, s. o. 2,3 korda.

Tuletikumonopoli tulekuga langes ka järsult tikutarvitus siseturul 1927.—28. a. ligi 37%. Selline järsk langus oli tingitud tuletiku hinna tõstmisest.

See on üks tüüpiline näide sellest, kuidas väliskapital Eestis, omades monopoolset seisukorda ning olles faktiliselt peremeheks riigis, suunas meie tootmisjõudude arendamist Eesti rahvamajan-

dusele kahjulikus suunas, muutes maa tegelikult monopolistliku kapitali kurnamisobjektiks.

Ainult Nõukogude võimu tulekuga likvideeriti see ebanormaalne ja rahvamajanduslikult kahjulik olukord. Nii pandi 1941. a. lisaks Viljandi vabrikule käima veel Tallinna tuletikuvabrik, mis ainuüksi tootis kuus kuni 4980 kasti tikke (kast 3000 toosi), s. o. ca 190 milj. toosi aastas ehk ca 4 korda rohkem kui 1935. a.

Praegu töötab meil Eesti NSV-s kaks tuletikuvabrikut, Tallinnas ja Viljandis. Mõlemad vabrikud kuuluvad meie Metsatööstuse Ministeeriumi süsteemi.

Vastavalt neljanda stalinliku viie aasta plaanile annab meie tuletikuvabrikute aastatoodang 1950. a. 300 000 kasti, s. o. 900 milj. toosi.

3. Kummitööstus.

Kautšuki kasutajana on NSV Liit teisel kohal maailmas. Veel 1905. a. suurimaks ning peaaegu ainsaks kautšuki (toorkummi) produtseerijaks oli Brasiilia.

Kautšukit saadi teatavate troopiliste taimede piim-mahlast, nn. latex'ist. Latex sisaldab kuni 30% kautšukit, mis ongi kummi tooraineks.

Nimetatud taimede hulgast tähtsaim on piimalilleliste perre kuuluv puu Hevea brasiliensis, mille kodumaaks on Amazonase jõe piirkond Lõuna-Ameerikas, kus ta moodustab lõpmatuid metsi.

Peale ürgmetsast saadud metsiku kautšuki on aga maailmas rajatud veel laiaulatuslikke istandikke, kus peale nimetatud hevea liigi kasvatatakse rida teisigi kummipuude sorte. Tänapäeval moodustab istandikukautšuk peaosa, kuna Brasiilia ürgmetsa kautšuki osatähtsus maailmatoodangus on langenud 4,5%-le (1927. a.).

1931. a. esimesel üleliidulisel sotsialistliku tööstuse töötajate konverentsil ütles sm. Stalin muuseas: «Meie maal on kõike, vahest ehk peale kautšuki. Kuid aasta kahe pärast on meie käsutuses ka kautšuk.» [1]

See seltsimees Stalini geniaalne ennustus on täiel määral täide läinud. Varematel aastatel toodi kautšuk NSV Liitu kogu ulatuses välismaalt, kuid nüüd oleme vabanenud kautšuki sisseveo vajadusest peaaegu täielikult, sest on lahendatud sünteetilise kautšuki valmistamise probleem ja vajalik taimeline kautšuk saadakse kodumaa taimedest. Taimeline kautšuk on vajalik paljude kummitoo-

[1] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 285.

dete valmistamisel lisaks sünteetilisele. Sellise kautšukitaimena kasvatatakse NSV Liidus kok-sagõzi.

Kok-sagõz on meie tavalise võilille lähedane sugulane ja on ka mitmeti sellega sarnlev. Looduslikult kasvab ta Kasahstani mäestiku orgudes ca 2000 m kõrgusel merepinnast. Kok-sagõz on mitmeaastane rohttaim. Kautšukit saadakse taime juurtest, mis sinna koguneb kasvuaja lõpuks.

Esimese aasta hilissügiseks koguneb kok-sagõzi juurtesse kautšukit kuni 12% kuivkaalust, vanemad taimed aga sisaldavad kautšukit kuni 27%.

Kautšuk on keemiliselt koostiselt süsivesinik, kuid sisaldab lisaainetena veel mitmesuguseid vaike ja orgaanilisi lämmastikuühendeid. Puhtana on kautšuk täiesti valge, õhukeses kihis läbikumav, hapendub aga õhus seistes varsti eriliselt lõhnavaks kollaseks või isegi mustaks massiks. Kautšuki hapendumine on seletatav sellega, et ta kuulub nn. küllastamata süsivesinike rühma ning astub seetõttu kergesti reaktsiooni teiste keemiliste ainetega, näit. hapnikuga, väävliga, klooriga jne. Erikaalult on kautšuk veest kergem (0,90—0,95), ta on äärmiselt elastne, kergesti venitatav, kuid pingutava tungi lakkamisel omandab ta jälle esialgse seisundi.

Kautšuk on halb soojuse ja elektri juht. Harilikus temperatuuris on kautšuk sitke ja elastne, alla 0° C muutub ta kõvaks ja rabedaks, 120° C temperatuuril muutub plastiliseks, pehmeneb ning 125° C juures sulab tõrvasarnaseks massiks. Kuumendatuna 250—300°C-ni kautšuk laguneb ja muutub tumepruuniks kautšukiõliks, mis on kautšuki enesegi sulandajaks ja üks parimaid vahendeid rooste vastu.

Vees kautšuk ei lahustu, küll aga lahustub bensoolis, bensiinis, eetris, naftas, alkoholis ja atsetoonis.

Kautšuki tähtsaim omadus on aga see, et ta kõrgel temperatuuril ühineb väävliga ja moodustab sel teel nn. kuumalt vulkaniseeritud kummi. Kuumalt vulkaniseeritud kummiesemed sisaldavad tavaliselt 5—14% väävlit.

Vulkaniseerimist toimetatakse sellekohastes kateldes, kuhu vajaliku temperatuuri saavutamiseks juhitakse küllastunud auru. Viimasel ajal väiksemaid esemeid vulkaniseeritakse vastavais teras- või alumiiniumvormides, mida asetatakse hüdrauliliste presside alla; tarvitatakse ka autoklaavpresse jne.

Vulkaniseerimisprotsess võib toimuda ka külmalt. Külmvulkaniseerimist teostatakse peamiselt kautšuki töötlemisel väävelsüsinikuga (CS_2) või väävelkloriidiga (S_2Cl_2).

Vulkaniseerimise tagajärjel kautšuk kaotab plastilisuse, elastsuselt aga võidab, kusjuures viimane jääb püsima ka väga vahel-

duval temperatuuril, näit. —20° kuni +100° C ja üle selle. Vulkaniseerimata kautšuk seevastu muutub aga madalal temperatuuril kõvaks. Kautšuki vulkaniseerimisega tõuseb selle vastupanu solventide suhtes, kleepuvus aga väheneb.

Nii ürgmetsast kui ka istandikest tulev toorkautšuk allutatakse enne edasitöötlemist pesemisprotsessile, mis on vajalik mustuse, liiva ja teiste kõrvalolluste kõrvaldamiseks. Selleks otstarbeks kasutatakse rihveldatud pinnaga valtse, millede abil toorkautšuk läbi sõtkutakse, teda seejuures kogu aeg veega uhtudes.

Pestud ja kuivatatud kautšuk puhtal kujul ei ole kasutatav, kuna ta ei lase end vormi pressida, liitub halvasti ning on vähe elastne.

Kautšuki tarvitamiskõlblikuks muutmiseks lisandatakse temale mitmesuguseid täiteaineid, milleks valmistatakse nn. segud. Segamist teostatakse erilistel siledapinnalistel valtsidel. Täiteainete liikide arv on väga suur ja katsetamine uutega käib järjest edasi.

Kõik kasutatavad täiteained jagunevad orgaanilisteks ja anorgaanilisteks. Orgaaniliste täiteainete ülesandeks on peamiselt kummikaupade odavamaks tegemine. Tähtsamaid neist on vulkaniseeritud vanakumm, mineraal- ja taimeõlid, bituumenid, vahad, vaigud jne. Orgaanilised täiteained vulkaniseerimise käigule erilist mõju ei avalda. Küll aga teevad nad valmiskummi kaalult palju kergemaks.

Vana, s. o. vulkaniseeritud kummi tarvitamisel ei ole võimalik teda lihtsa valtsimisega jälle plastiliseks muuta. Selleks kasutatakse nn. regenereerimisprotsessi.

Regenereerimisel kõrvaldatakse kummist kiudained, osalt täiteaine ja vulkaniseerimisest ülejäänud vaba väävel, mille tagajärjel kautšuk muutub jälle plastiliseks.

Regenereerimisvahendina tarvitatakse peamiselt väävelhapet. Lahjendatud väävelhappe toimel mitmesugused riideosad, nagu neid sisaldavad näit. vanad auto väliskummid, voolikud jms., hävitatakse, vaba väävel eraldatakse ja kogu mass muutub plastiliseks.

Teise meetodi juures kummimass ja orgaanilised täiteained lahustatakse bensoolis, riidekiud ja mineraaltäiteained aga jäävad lahustamata ja need kõrvaldatakse.

Vulkaniseerimisprotsessi kiirendamiseks tarvitatakse segude moodustamisel ka mineraaltäiteaineid. Neist tarvitatavamad on tinaühendid, põletatud lubi, talk, kaoliin, kriit jms.

Valge kummi saamiseks lisandatakse kummimassile tinavalget, musta värvuse saavutamiseks tarvitatakse tinahapendit. Punast kummi saadakse antimonpentasulfiidi (Sb_2S_5) abil.

Täiteainete sisaldus üksikutes kummisegudes on väga erinev ja kõigub keskmiselt 90—70% vahel. Ainult üksikute kummiartiklite jaoks võetakse kautšukit rohkem, nii näit. autode õhukummid sisaldavad tavaliselt 60—80% kautšukit. Seevastu on aga olemas üksikuid kummikaupu, millede kautšukisisaldus ulatub ainult mõne %-ni.

Segude valmistamine nõuab mitte ainult kautšuki tehnoloogia põhjalikku tundmist, vaid ka suuri tegelikke kogemusi. Kõigepealt toorkautšuk sõtkutakse läbi, milleks tarvitatakse soojendatud valtse. Edasi lisandatakse orgaanilised ja anorgaanilised täiteained ja lõpuks vulkaniseerimiseks väävlit. Umbes 30—40 minutilise sõtkumise järel on plastiline segu valmis, ta lõigatakse noa abil valtside pealt maha, rullitakse kokku ja lastakse mõnda aega rahulikult seista.

Seismisenõue on tingitud asjaolust, et valtsimisel teataval määral lõhutakse kautšuki sisemine ehitus. Seismisel peale valtsimist kautšuk nagu puhkab ja omandab seega oma endise sitkuse ja elastsuse.

Kumm on tähtsaks tööstustooraineks, erilist tähtsust on aga ta omandanud autoasjanduse levikuga.

Kummist valmistatakse auto ja jalgratta sise- ja väliskumme, tihendusrõngaid, transportlinte, kummeeritud riiet, kalosse, arstiriistu, kummikindaid, vooliku id, mitmesuguseid väiksemaid esemeid, mänguasju jms.

4. Sünteetiline kautšuk.

Keemiliselt koostiselt kautšuk on küllastamata süsivesinik, sisaldades peamiselt nn. isopreeni $(C_5H_8)_n$ polümeere. Isopreeni on võimalik saada ka teistest ainetest kuivajamise teel. Esmakordselt valmistati sünteetilist kautšukit esimese maailmasõja päevil.

Nõukogude Liidus toodetakse praegu sünteetilist kautšukit kahel viisil ja nimelt: 1) butadieen-naatriumi kautšukit akadeemik Lebedevi menetlusel ja 2) atsetüleenist (C_2H_2).

Sünteetilise kautšuki tootmine on rajatud polümerisatsiooni protsessile, mille juures isopreeni molekulid liituvad tuhandeid molekule sisaldavaisse ahelaisse, moodustades seejuures uue aine — sünteetilise kautšuki.

Sünteetiline kautšuk on oma keemiliselt koostiselt lähedane toorkautšukile ning laseb end samuti vulkaniseerida ja täita.

Sünteetilist kautšukit tarvitatakse väga mitmesugusteks otstarveteks loodusliku kautšuki aseainena, kuid võrreldes viimasega on sünteetilisel kautšukil väiksem elastsus ja vastupanuvõime atmosfäärilistele mõjudele. Seepärast sünteetilist kautšukit tarvitatakse peamiselt ainult nn. kõvakummi valmistamiseks.

5. Eesti NSV kummitööstus.

Kummitööstus on meil esitatud ainult ühe käitisega — «Põhjala'ga», mis kuulub Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi süsteemi.

Vabriku poolt väljalastavasse kaubasortimenti kuuluvad kalossid, naiste botikud, kummikingad, kummisaapad, kummitallad, transportlindid (peamiselt põlevkivi- ja turbatööstusele), tehnilised ja sanitaar-tehnilised tooted, kummisõrmkindad, sõrmekaitsed, jalgratta sise- ja väliskummid, lutid jms.

6. Plastmassid.

Plastmasse kasutatakse peamiselt elektri- ja raadioalal isoleermaterjalina. Samuti tarvitatakse neid arstiriistade, parfümeeria ja kosmeetiliste esemete ja pakendite valmistamiseks, optika, laevanduse, lennuasjanduse ja teistel aladel. Viimasel ajal on hakatud valmistama plastmassist ka tarbe- ja majapidamisriistu, nagu taldrikuid, tasse jms. Ameerika Ühendriikides tarvitatakse plastmasse juba ehitusmaterjalina uste, aknaraamide jms. ehitamiseks kui ka mööbli valmistamise materjalina.

Plastmasside tähtsamaiks eriliikideks on galaliit, bakeliit, tselluloid, tselloon, eboniit jt.

G a l a l i i t i valmistatakse piima valkainest — kaseiinist formaldehüüdi (HCHO) abil. Omaduselt on ta väga sarnlev loomuliku sarvega. Ta laseb end hästi saagida, puurida, poleerida, stantsida jne. Tema puuduseks on hügroskoopsus, mistõttu isoleerainena teda hästi tarvitada ei saa.

Tarvitatakse elektri-, raadio- ja teistel aladel nuppude, lülitite, lambipesade, skaalade jms. valmistamiseks.

B a k e l i i t on tähtis isoleeraine. Teda tarvitatakse peamiselt elektrotehnikas mitmesuguste esemete valmistamisel.

Bakeliit on väga keerulise keemilise ehitusega aine, mida saadakse fenooli ehk karboolhappe (C_6H_5OH) ja formaldehüüdi (HCHO) ühinemisest. Algastmes bakeliit on vaigu sarnane, lahustub alkoholis, atsetoonis jms. Asbestiga segamisel muutub bakeliit

plastiliseks ja nimetatud solventides lahustumatuks. Lõpp-produkti saamiseks kuumutatakse ja pressitakse segu kõrgrõhu ja ca 150° C juures. Selliselt saadakse väga väärtuslik aine, millele happed, valgus ja gaasid ei mõju.

Bakeliiti tarvitatakse veel auto- ja soojustehnikas, konstruktsiooniainena, elevandiluu aseainena, mitmesuguste tarbe-, ilu- ja mänguasjade valmistamiseks.

Tselluloidi valmistatakse hästi puhastatud paberiks muudetud puuvillast, mis nitreeritakse kolloodiumvillaks, lisandatakse alkoholi ja kamprit ning pressitakse poleeritud plaatide vahel läikivaiks tükkideks. Puhtana on tselluloid läbipaistev, elastne ja kergesti töödeldav. Tselluloid on hea isolaator, kuid tema kerge süttivuse pärast on tema tarvitamine märksa vähenenud.

Tselloon i valmistatakse atsetaat-tselluloosist ja kamprist. Teda toodetakse tavaliselt kas pulkades, plaatides, torudes jne., mida on kerge töödelda. Tselloon ei võta nii kergesti tuld kui tselluloid ja on seepärast rohkem tarvitatav.

Eboniiti valmistatakse kautšukist selle vulkaniseerimisega suure väävlihulga (25—40%) lisandamisel. Vulkaniseerimist teostatakse 8—12 tundi, ka on vulkaniseerimise t° normaalsest märksa kõrgem. Selliselt saadaksegi nn. kõvakummi ehk eboniiti, millest valmistatakse plaate, torusid jms. Eboniiti tarvitatakse elektrotehnikas, keemias jm.

Eboniidi puuduseks on tema süttivus, mispärast ikka enam ja enam tarvitamist leiavad bakeliit ja teised kunstvaigud.

Nagu näeme, evivad praegusel ajal suuremat tähtsust nn. kunstvaigud, nagu bakeliit, mida valmistatakse fenoolist või kresoolist, formaldehüüdist ja täiteainetest.

Fenoole, nagu teada, saadakse kivisõetõrvast. Kuna aga meie põlevkivitoorõli oma koostiselt on väga sarnlev kivisõetõrvaga, siis praegu on päevakorras põlevkivitoorõli fenoolidest bakeliiditaoliste plastmasside tootmine.

Meil Eesti NSV-s plastmasside töötlemise alal tegutseb praegu kaks suuremat käitist, s. o. Tallinna Kunstsarvetehased ja Tartu Kammivabrik; mõlemad ettevõtted kuuluvad Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi süsteemi.

Nimetatud tehaste töötlemise tooraineks on peamiselt galaliit ja tselluloid, mida saadakse teistelt liiduvabariikidelt. Tehased toodavad nööpe, lauagarnituure, sulepäid, hambaharju, kamme, suitsupitse, seebitoose jms.

Bakeliidi töötlemise suuremaid käitisi on meil sama ministeeriumi süsteemi kuuluv elektritarvete tööstus «Arba», mis valmistab seinakontakte, lüliteid, lambipesasid, raadionuppe jms.

7. Elektrimasinate tööstus.

Meie elektrimasinate tööstust me puudutasime juba varemalt (pt. IX p. 1), elektrifitseerimist, elektrimootorite tüüpe jne. vaatleme järgmises peatükis, siinkohal aga märgime, et viisaastaku jooksul areneb meil täisvõimsuseni kodanlikul ajal kiratsenud elektrimootorite tehas «Volta». See tehas peab kujunema suurtööstuseks elektrimootorite massilise tootmise poolest. 1950. a. peab tehas andma 50 000 kuni 100 000 kW võimsusega elektrimootorit. Samuti taastatakse ja laiendatakse mootorite vabrik «Eesti Mootor» Pärnus.

8. Raadio ja telefon.

Raadiotööstuse alal töötab meil Tallinnas tehas «Punane Ret». Oleva viisaastaku kavade kohaselt tehas kuulub rekonstrueerimisele ja hakkab tootma peamiselt raadiovastuvõtjaid, valjuhääldajaid, reproduktoreid jms.

Tartu Telefonivabrik töötab osaliselt juba taastatud hoones ning viisaastaku lõpuks kujuneb vabrik üheks võimsamaks tööstuskäitiseks Eesti NSV-s, ületades mitmekordselt, nii hulgaliselt kui ka nomenklatuurilt, oma sõjaeelse toodangu taseme.

9. Trükitööstus.

Oleva viisaastaku jooksul suureneb tunduvalt ka trükitööstuse toodang. 1950. a. ilmub meil ajalehti ja ajakirju 114,6 miljonit eksemplari 95,4 miljoni eksemplari vastu 1945. a. Vihikute toodang tõuseb 2,4 miljonilt 5 miljonini ja ümbrikkude toodang 16,8 miljonilt 45 miljonini. Trükivärvi kulutatakse 1950. a. 35 tonni. Viisaastaku jooksul ehitatakse Tallinna Kesktrükikoda ja taastatakse trükikoda Valgas. Laiendatakse ladumistööde ja köitmis-brošeerimistööde mehhaniseerimist. Põhjalikult tõstetakse trükitoodete ja raamatute ning ajakirjade polügraafilise kujunduse kvaliteeti, suurendatakse värvilist ja mitmevärvilist trükitoodangut.

Meie polügraafiatöölised on juba astunud võitlusse nende ülesannete täitmise eest: püsivalt on kasvanud raamatute toodang, korralikult on ilmunud ajalehed ja tunduvalt on tõusnud rakendustrükiste hulk.

XV peatükk.

JÕUJAAMAD JA JÕUSEADMED.

1. Jõumajanduse olemus ja energia tootmise allikad.

Oleme jõudnud ajastusse, kus igasuguse töö mehhaniseerimine, s. o. inimese ja looma füüsilise tööjõu asendamine odavama mehaanilise tööga — masinaga — on vallutamas kõiki võimalikke tootmisalasid. Käsikäes töömasinatega on arenenud ka jõumajandus, tänu moodsa tehnika hoogsale arenemisele käesoleval sajandil.

Jõumajanduse ehk energiamajanduse ülesanne seisab looduslike kütuste (kivisüsi, põlevkivi, nafta, turvas, maagaas jne.) ümberkujundamises ja loodusjõudude (vesi, tuul jms.) rakendamises mitmesuguste jõumasinate käitamiseks tarviliku liikumisenergia tootmiseks.

Tähtsamaiks jõumasinaiks osutuvad kaasajal aurumasinad, plahvatus- ja elektrimootorid, auru- ja gaasiturbiinid, tuulerootorid, vesiturbiinid, -rattad jne.

Energia tootmise allikana omavad seni suurimat tähtsust looduslikud kütused. Eesti NSV energeetika kui ka kõigi teiste rahvamajandusalade kütusega küllaldase varustamise küsimuse tähtsust me puudutasime juba eespool (vt. pt. II p. 1), kus vaatlesime üksikute kütuste koostist, nende küttevääртust ja teisi omadusi.

Samas selgitasime ka meie kohalikkude kütuste, s. o. põlevkivi ja turba osatähtsust Eesti NSV kütte-energeetilise baasi väljakujundamise ja keemiatööstuse rajamise seisukohalt.

Üheks tähtsaimaks energiaallikaks on elektrienergia kõrval veeaur, mida toodetakse peamiselt mehaanilise töö saamiseks kas aurumasina või auruturbiini abil. Veeauru tarvitatakse veel soojendamiseks ja teisteks tööstuslikkudeks otstarveteks. Auru tootmine teostub aurukatlais veest, nn. katla toiteveest.

2. Aurukatlad.

Normaalsel õhurõhumisel vesi hakkab keema 100° C juures, millega kaasub intensiivne auru eraldumine veest. Kinnise anuma, näit. aurukatla korral tekib seega katlas auru surve. Seda mõõdetakse surve mõõtühikuga — atmosfääriga, kusjuures atmosfääriks loetakse surve suurust, mis mõjub 1 cm^2 pinnale jõuga 1 kg.

Normaalrõhumine maapinnal on 1 atm. Katlas valitsev surve, mida näitab manomeeter, on muidugi ülesurve ja seda märgitakse atü.

Tavaliste aurukatelde surved on piires 8—25 atü, eritüüpi kateldel kuni 150 atü.

Katlasoleva vee auruks muutmiseks on vaja soojusenergiat, mida tehnikas mõõdetakse kilokaloriga (Kcal). Aurutamiseks vajalikku soojust saadakse mingi kütuse põletamisega. Siinjuures me aga teame, et mitte kõik kütused ei anna ühevõrra soojust.

Aurukatla kütmiseks tarvilik soojus tuleb koldest, kusjuures soojuse ülekanne katlasse võib toimuda kahel teel: a) kiirgamisega koldest ja b) kuumadelt müüridelt küttepinnale.

Katla küttekolded jagunevad kütuste liigi järgi: tahke-, tolm-, vedel- ja gaasküttekoldeiks, asetuse järgi katla suhtes aga: alus-, ees- või siseküttekoldeiks. Küttekolded peavad olema küllaldaselt ruumikad ja võimaldama kütuste täielist põlemist. Tahkekütuse koldeis toimub kütuse põlemine restidel. Restid on peamiselt latikujulised, nad asetsevad katlakoldes üksteisega kõrvuti restitaladel 3—15 mm vahega, kujundades põlemisõhu läbivooluks restipinna.

Otstarbekohase küttekolde ehitamisel tuleb arvestada kolme asjaoluga:

1. Kolde müüritise sisemine kuju, suurus ja asukoht katlaosade suhtes peavad olema valitud õigesti, vastavalt aurukatla süsteemile ja suurusele ning tarvitatavale kütusele.

2. Kolde restid ja metallosad peavad olema valitud vastavalt kütusele ja tõmbele, mida suudab anda korsten.

3. Kolde šamott- ja telliskivid tuleb muretseda vastavalt kütusele ja koldes arenevale temperatuurile ning kolde püstitamisel tuleb pottsepatöö teostada hoolsasti ja asjatundlikult.

Eriliiki katlais kasutatakse liikuvaid reste. Liikuvad restid omavad erilist tähtsust põlevkivikütuse tarvitamisel, põlevkivi rohke tuhasisalduse tõttu. Restide kiire läbipõlemise ärahoidmiseks jahutatakse neid tihti veega.

Küttekolde restipinna suurusest oleneb ka nn. resti koormatus. Resti koormatuseks nimetatakse seda näitarvu, mis näitab, mitu kg kütust põletatakse resti 1 m^2 pinnal ühe tunni vältel. Resti

koormatuse tegelikuks piiriks on kütuse kiht restil, mille puhul ta veel korralikult ära põleb. Selle arvuline suurus kõigub 130—400 kg m^2 kohta tunnis. Nii näit. kivisöe puhul loomuliku katlatõmbega on see 130—150, turbakütuse juures 200—300 kg/m^2 tunnis jne.

Madala kütteväärtusega ja suure niiskuse- ning tuhasisaldusega kütused, nagu põlevkivi, turvas, puit jt., annavad suure restikoormatuse juures aga võrdlemisi väikest soojusekoormatust. Ümberpöördult — suure kütteväärtusega kütused, nagu näit. kivisüsi, aga annavad suhteliselt väikese restikoormatuse juures suurt resti soojusekoormatust.

Restipinnaga on tihedas seoses veel katla küttepind, s. o. pind, mis ühelt poolt puutub kokku katla veega, teiselt poolt aga tulega ja suitsugaasidega. Küttepinna koormatus näitab, mitu kg auru suudab anda katel 1 m^2 küttepinnalt tunnis, teisiti — mitu kg vett jõuab aurustada 1 m^2 katla küttepinda 1 tunni vältel. Olenedes mitmesuguseist tingimusist, kõigub see arv 20—50 vahel ning sõltub suuresti kütuse liigist, nagu nähtub järgmisest:

Kütus	Restipinna suhe katla küttepinnaga
Põlevkivi	1:22 kuni 1:35
Turvas	1:20 „ 1:40
Puit	1:25 „ 1:40
Saepuru	1:18 „ 1:22
Kivisüsi	1:40 „ 1:50

Katla kogu aurutamisvõimsust väljendatakse tavaliselt kas kg/tunnis ehk sagedamini t/tunnis. Kuna auru kaalumine on tülikas, siis katla võimsuse iseloomustamiseks kaalutakse mitte auru, vaid vee hulka, millest aur on saadud. Näit. kui katla aurutamisvõime on 25 t (25 m^3) vett tunnis, siis tuleb selle all mõista seda, et nimetatud katla aurutamisvõime on 25 tonni auru tunnis.

Veest keemisel eralduv aur on võrdlemisi niiske, sisaldades keemisel auruga kaasakistud veepiisku. Sellise veeauru temperatuur on madal ja teda nimetatakse niiskeks auruks.

Aurus peituva soojusenergia hulga suurendamiseks ja selle temperatuuri tõstmiseks toodetakse nn. ülekuumendatud veeauru. Selleks otstarbeks juhitakse aur läbi vastavate torude komplekti nn. ülekuumendisse, mis asetatakse kõrgetemperatuuriliste heitegaaside teele.

Kõik uuemad jõumasinad töötavad ülekuumendatud auruga, sest et otse katlast tulev niiske aur ei võimalda ökonoomset töö-

tamist. Katlaseadme ökonoomsuse tõstmiseks ja heitegaaside paremaks ärakasutamiseks teostatakse veel katlale põlemiseks vajaliku õhu ja toitevee eelsoojendamist. Selleks otstarbeks küttekoldes põlemisprotsessiks vajalik õhk soojendatakse nn. õhueelsoojendajast läbi juhtimisega ning siis suunatakse nn. altõhu-ventilaatoriga küttekolde resti alla, kus ta oma kõrgema temperatuuriga tõstab ka põlemistemperatuuri.

Katla toitevee eelsoojendamist teostatakse nn. ökonomaiseris, kus samuti kasutatakse ära korstnasse minevate heitegaaside soojus. Ökonomaiser ehitatakse kas malm- või raudribitorude patareina ning asetatakse katlast väljuvate heitegaaside teele. Ökonomaiserist läbijuhtimisega soojeneb külm toitevesi tunduvalt ning annab seega suurt kütuse säästu katla toitevee aurutamisel.

Katelde töötamisel on veel suur tähtsus toiteveel. Nn. värsked veed, nagu vihma-, allika-, puurkaevu-, jõe-, järve- jt., sisaldavad paratamatult mitmesuguseid lisandeid, peamiselt aga vees lahustunud mineraalainete sooli, vabu happeid, gaase, mehaanilisi lisandeid, nagu liiva, savi, tolmu, taime- ja mineraalõlisid jms. Need mineraalained eralduvad vee keemisel ning kogunevad katla küttepinnale kõva kihina, moodustades nn. katlakivi.

Värsketest vetest kõige puhtam on vihmavesi; allika- ja kaevuvesi sisaldab tavaliselt palju kipsi ($CaSO_4$), süsihaput kaltsiumi ($CaCO_3$), Mg, Na ja teisi sooli. Jõe- ja järveveed sisaldavad võrdlemisi vähe mineraalsooli, kuid annavad palju lima ja muda. Täiesti mittekõlblik on katla toiteveeks merevesi.

Katlakiviga kaetud küttepind juhib halvemini soojust, ka kuumeneb kiviga kaetud katlaplekk märksa kõrgema temperatuurini kui kivita. Kuna aga temperatuuri tõusul pleki mehaaniline vastupidavus väheneb, siis võib kiviga kaetud küttepind rebeneda ning põhjustada aurukatla lõhkemist.

Katlakivi tekkimise ärahoidmiseks tarvitatakse nüüdsel ajal kõigi suuremate katelde toitmiseks keemiliselt puhast, nn. kondenseeritud vett, mida saadakse äratöötanud auru kondenseerides. Kondenseeritud vesi ei sisalda mineraalsooli ega orgaanilisi aineid, kuid ta võib kergesti sisaldada õhku, mille hapnik söövitab katlaplekki.

Perioodiliselt töötavate katelde alumistesse osadesse langenud mineraalolluste, lima, muda jms. kõrvaldamiseks teostatakse nn. katla läbipuhumist. Läbipuhumise sagedus oleneb vee omadusist ning seisab katlast õhu läbipressimises madalsurve all (ca 2 atm.).

Pidevalt töötavate katelde juures kasutatakse aga toitevee keemilist puhastamist. Katlakivi hävitamise otstarbel lisandatakse katla toiteveele, olenevalt selle keemilisest koostisest, mitmesugu-

seid keemilisi aineid, näit. soodat (Na_2CO_3), kustutatud lupja [$Ca(OH)_2$], seebikivi (NaOH), petrooleumi, kivisöepulbrit jm.

Suuremate katelde juures (küttepinnaga üle 50 m^2) teostatakse tihti veel toitevee keemilist eelpuhastamist erilistes aparaatides, kus toiteveele enne selle katlasse sattumist lisandatakse soodat, kustutatud lupja jms. Toitevee soolad sadestuvad juba nendes aparaatides ja katlasse satub enam-vähem puhas vesi.

Igal juhul peab aga katla toitevee keemiline puhastamine toimuma asjatundlikult, muidu võivad tekkida katlaosades mitmesugused vigastused, nagu pleki sööbimine, katla armatuuri ummistused jne.

3. Aurukatelde tähtsamad tüübid.

Kõik aurukatlad jagunevad mittestatsionaarseiks ja statsionaarseiks.

Esimesse liiki kuuluvad ratastele asetatud iseliikuvad, nn. lokomobiilkatlad. Lokomobiilkatlaid kasutatakse peamiselt põllutöödel, näit. rehepeksmisel, turbatööstuses elevaatormasinate käivitamiseks jne.

Väiksemates tööstustes, nagu saeveskites, viinavabrikutes, piimatalitustes jne., tarvitatakse aga peamiselt väiksemate küttepindadega statsionaarseid püst-tuletorukatlaid.

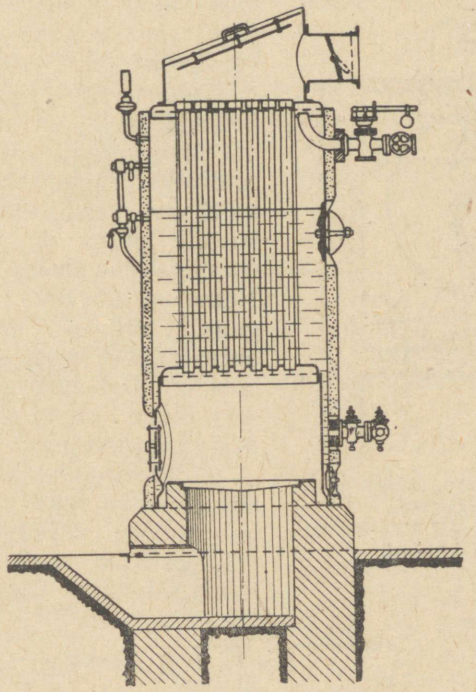
Püstkatelde süsteeme on väga palju, nende üldiseks paremuseks on väike põhipindala tarvitus, kiire aurustamine ja võrdlemisi väike kütuse kulu.

Üks püstkatelde lihtsamatest süsteemidest on ehituselt järgmine (vt. joon. 87). See on aitköetav püstloodselt asetatud silindrilise kerega katel. Katla vee vaba pind jagab aurukatla sisemuse vee- ja aururuumiks. Katla veega toitmisel selle pind ei tohi tõusta üle teatud kõrguse, vastasel korral võib vesi sattuda aurutorustikku ja sealt masinaisse, kus ta põhjustaks viimaste rikkeid. Teiselt poolt ei tohi veepind auruvõtmisel ka langeda alla alumist lubatud piiri, sest et selle tagajärjeks oleks köetud katlapinna kuivaksjäämine, selle ülemäärane kuumenemine ning aurukatla lõhkemine. Toitevee kuumendamine toimub siin küttekolde suitsugaaside läbijuhtimisega katla keret läbivatest püstsetest tuletorudest.

Suuremates tööstustes, kus aurutarvidus on suur, tarvitatakse sissemüüritud horisontaalseid trumlikujulisi katlaid. Nende aurukatelde tüübi lihtsaim esindaja on tavaline suure veemahutavusega

aurukatel. See on vanim katla tüüp, primitiivne, altköetav, suurte soojuskadudega ja madala töörõhuga.

Sammuna edasi katlatehnika arengus on nn. leektorukatel (vt. joon. 88).

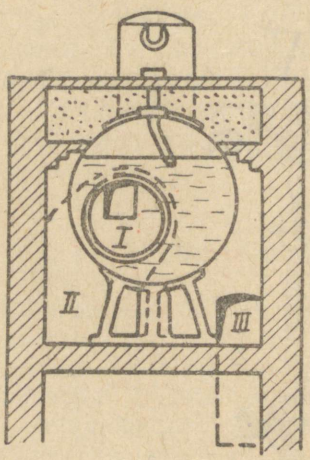


Joon. 87. Püst-tuletorukatel.

Selle katla juures juhitakse leek ja kuumad suitsugaasid läbi leektoru, mis läbib katelt pikuti. Leektorusid on tavaliselt üks kuni kolm ja need on püsivalt ümbritsetud veega. Katla küttekolle asetseb leektoru ees, suitsugaasid läbivad esiteks leektorud (I käik), pöörduvad sealt pikuti katla kere alla, tulevad ette aurukatla alla (II käik) ja suubuvad pikuti kere külge minevat käiku pidi kas korstnasse või ökonomaiserisse (III käik). Auru ülekuumendaja asetatakse tavaliselt leektoru taha. Leektorukatlad nõuavad suurt põrandapinda, nende aurutusvõimsus on suhteliselt mõõdukas.

Katla küttepinna suurendamiseks ühendatakse tihti leektorud veel suitsutorudega; sel juhul koosneb aurukatel kahest trumlist,

kusjuures alumist varustatakse leektorudega, ülemist aga suitsutorudega. Säärast katelt nimetatakse kombineeritud leek-suitsutorukatlaks.

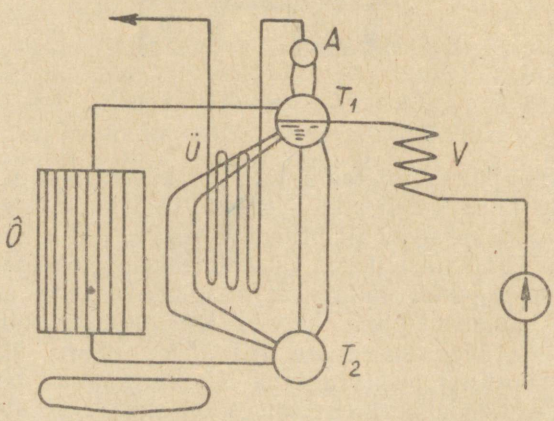


Joon. 88. Horisontaalne leektorukatel (põiklõige): *I* — leektoru, *II* ja *III* — suitsugaaside käigud.

Eeltoodud katlatüüpidel on veehulk katlas suhteliselt suur ja seepärast on ka katla üleskütmise aeg võrdlemisi pikk.

Tänapäeval toodetavate aurukatlad osutunud väikesteks ja ebasobivaiks. Tänapäeva moodne aurukatel on vesitorukatel. Nimetatud katelde juures on vesi trumlis ja trumliga ühenduses olevais torudes. Viimased asuvad kuumade suitsugaaside teel ja seega toimub ka vee aurustamine torudes. Vesitorukatlaist on arenenud välja mitmesuguseid tüüpe.. Joon. 89 on näidatud püstvesitorukatel.

Toitevesi juhitakse siin (vt. joon. 89) ülemisse trumlisse (T_1) ja langeb mööda parempoolseid torusid, mis asuvad madalamas temperatuuris, alumisse trumlisse (T_2).



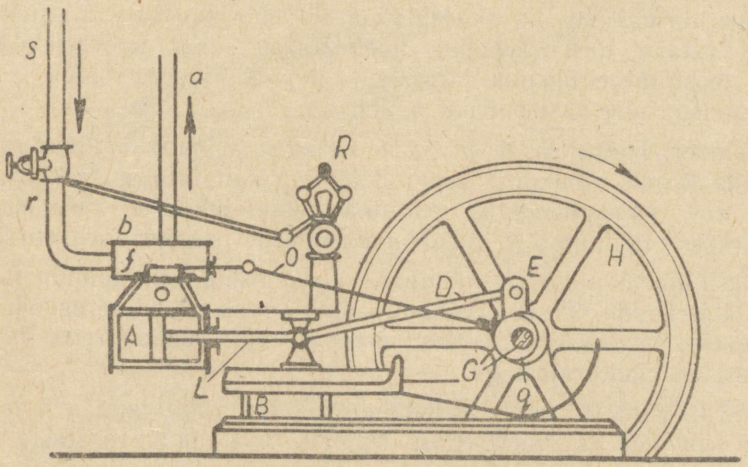
Joon. 89. Püstveetorukatel: T_1 ja T_2 — trumlid; *V* — vee-eelsoojendaja; *A* — aurukoguja; *Ü* — ülekuumendaja; *O* — õhueelsoojendaja.

Kuna vasakpoolsed torud asuvad palju kuumemais tingimusis, siis tekib neis intensiivne aurustamine. Tekkiv aur tõuseb piki torusid üles ülemise trumli veepinnale. Sealt juhitakse see aurukogujasse (*A*) ja läbi ülekuumendaja (*Ü*) auru tarvitajasse. Sellises katlas tekib kahe trumli vahel loomulik vee ringvool kellaosuti liikumise suunas.

Kõigi ülaltoodud katelde juures toimus vee ringvool termilisel teel, kuid on ka katlaid, kus vesi liigub sunnitult pumba abil; sel juhul on võimalik kasutada ka veetrumliteta katlaid, torustiku vaba asetamisega. Sellised katlad moodustavad ühtse torusüsteemi, kuhu pump saadab täpselt nii palju vett, kui palju seal seda on võimalik aurustada.

4. Aurumasin.

Aurumasin on soojusjõuseade, mille abil soojusenergiat (vee-, auru) muudetakse mehaaniliseks tööks. Soojusenergia sääraseks ümberkujundamiseks juhitakse kas niiske või ülekuumendatud vee-



Joon. 90. Aurumasin.

aur torustiku kaudu aurumasinasse, kus auru surve püsiv mõju aurumasina üksikosadele kujundatakse püsivaks mehaaniliseks ringliikumiseks.

Aurumasinaid on väga mitut tüüpi, nende töö põhimõte on aga kõigil ühine, seepärast vaatleme siinkohal üht lihtsamat (vt. joon. 90).

Aurukatlast tulev aur suunatakse nn. pea-aurutoru *s* kaudu läbi regulaatorventiili *r* siibrikarpi *f*, kus auru surve langeb. Siibrikarbis oleva siibri *b* liikumisega avatakse silindri *A* kanalid, aur pääseb silindrisse, täidab kolvi peal oleva ruumi ja oma survega sunnib kolbi edasi liikuma. Auru paisumise momendil suleb siiber silindrikanali, surve silindris väheneb ja kolb liigub tagasi, kuna surved kolvi kummalgi poolel on erinevad. Nõnda omandab kolb siibri poolt aurusurve reguleerimise tagajärjel kestva edasi-tagasi liikumise. Selleks, et takistada auru voolamist silindri seinte ja kolvi vahelt, varustatakse kolb nn. tihendusrõngastega. Viimased annavad kolvile küllaldase tiheduse ja tagavad kolvi liikumisel tarvilikku elastsust. Keskelt kolb varustatakse auguga, mida läbib kolvivars *L*, mis on ühenduses kepsuga *D*. Kolvivarre edasi-tagasi- ja kepsu ringliikumine kandub üle võlliga *G* ühenduses olevale vändale *E*, mis annab võlli otsas olevale hoorattale *H* püsiva ringliikumise.

Siibri käivitamiseks, s. o. silindrisse sisse- ja väljalastava auru reguleerimiseks kui ka töödeldud auru siibrikarbist väljajuhtimiseks vastava toru *a* kaudu, ühendatakse siiber hoorattavõlliga. Seda teostatakse ühendusvarraste *o* ja võlli juures oleva erilise mehhanismi ehk ekstsentriku *q* abil.

Silinder, hoorattavõll ja kõik teised masinaosad kinnitatakse raamile *B*, mis omakorda asetatakse ning kinnitatakse masina alusega ehk vundamendiga. Aurumasinasse juhitava auru survet reguleerib regulaator *R*, mis on ühenduses pea-aurutoruventiiliga.

Üksikute töömasinate käitamine aurumasina poolt toimub transmissiooni kaudu. Transmissiooniseadme peaosaks on terasvõll, mis toetub laagripukkidele asetatud rõngas- või kuullaagreile ja on varustatud rihmaratastega.

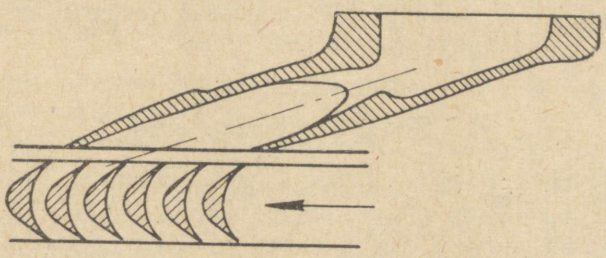
Aurumasina hooratta tiirlemine kantakse rihmajami abil transmissioonivõllile ja sellelt edasi rihmade või hammasrataste abil vahevõllidele ning töömasinatele. Kasutades transmissiooni peab üheainsagi masina käitamiseks töötama kogu transmissioon, mis põhjustab energia raiskamist, seadme kulumist jne. Nimetatud puudusest võib vabaneda ainult iga töömasinat oma jõumasinaga varustades, milleks saab olla ainult elektrimootor.

Aurumasinaid kasutatakse enamasti suurema võimsusega, ühetüübiliste ning korraga ja pidevalt töötavate töömasinate käivitamiseks.

5. Auruturbiin.

Auruturbiin on samuti jõumasin, milles auru potentsiaalne (surve-) energia muundub mehaaniliseks tööks. Energia muundumist teostatakse veeauru juhtimisega torustiku kaudu nn. düüsidesse, kus aurusurve järsu alandamisega ta paisub ja omandab suure kiiruse. Düüsid ehitatakse selliselt, et sinna juhitud aurujuga on sunnitud muutma oma suunda. Suuna muutmisel juhitakse düüsist välja voolav aur võllile paigutatud töölabidatega varustatud rattasse. Puutudes kokku labidate kõverate seintega, kaotab aur osa oma kiirusenergiast ning paneb sellega võllile kinnitatud tööratta tiirlema.

Turbiine eristatakse aktiiv- ja reaktiivtoimega turbiinideks. Aktiivturbiinidel on aurusurve tööratta ees ja taga ühesuurune. Reaktiivse toimega turbiinidel on aga aurusurve tööratta ees kõrgem kui taga.



Joon. 91. Auruturbiini düüs ja töölabidad.

Düüsi ees on aurul alati surve suurem kui selle taga. Düüsi piirkonnas surve langemise tagajärjel aur paisub ning düüside kitseneva avause tõttu auru kiirus hakkab järk-järgult kasvama, kuni jõuab lõppkiiruseni. Siin juhitaksegi aur töölabidatele, võll hakkab tiirlema ja tööratas omandab ringliikumise.

Turbiini reguleerimine toimub kahel teel: a) düüside avamisega ja sulgemisega ja b) aurusurve reguleerimisega.

Kõik turbiinid on varustatud kiirsulgejaga, s. o. seadeldisega, mis silmapilkselt suleb auru juurdevoolu ja paneb sellega turbiini seisma, kui selle tiirud peaksid mingisugusel põhjusel tõusma 10—15% üle normaalse. Sellega hoitakse ära tööratta purunemine ülemäärase tsentrifugaaljõu toimel, mis põhjustaks raske õnnetuse.

Võrreldes aurumasinaga on auruturbiinil järgmised paremused: turbiini pöörete arv on palju suurem, pöörlemine ühetasane, ta nõuab vähem ruumi ja on hõlpsalt käsitatav. Paremuseks võib lugeda veel laagrite vähesust.

Auruturbiin on ökonoomne ja töökindel jõumasin ning selle abil produtseeritakse nüüdsel ajal kaalukalt suurem osa maailmas kasutatavast mehaanilisest energiast.

Auruturbiinide kõrval tuntakse veel gaasi- ja vesiturbiine. Gaasi- ehk sisepõlemisturbiinid on levinud üldiselt väga vähe peamiselt kahe konstruktiivse raskuse tõttu ja nimelt töölabidate materjaliküsimuse pärast, kuna enamik senituntud materjale ei osutu küllalt vastupidavaks nendel kõrgetel temperatuuridel, milleni kuumenevad töötamisel gaasiturbiini labidad. Teiseks takistuseks on tsentrifugaal-õhukompressorite madal kasutegur, mis alandab tunduvalt gaasiturbiini ökonoomsust.

Vesiturbiine kasutatakse heade tulemustega, kusjuures nende töötamise põhimõte üldiselt sarnleb auruturbiinide omaga, vaid selle vahega, et mehaanilise töö saamiseks veeauru surve asemel kasutatakse siin langeva vee raskuse toimet.

6. Sisepõlemismootorid.

Sisepõlemis- ehk plahvatusmootorid on soojusjõumasinad, mis muundavad kasulikuks tööks mootori silindris kütuse plahvatusest tekkiva gaaside surve. Seega kütus, mis annab tööks vajalikku jõudu, põleb kolviga varustatud mootori silindris. Kütuse põlemisest tekkinud gaasid paisuvad silindris ja avaldavad tugevat survet selle seintele. Kolb, kui põlemisruumi liikuv sein, omandab gaaside survest liikumise, mis väntvõlli abil muudetakse ringliikumiseks.

Vastavalt tarvitatud kütusele, tuntakse gaasimootoreid ja õlimootoreid.

Gaasimootorite kütusena tarvitatakse peamiselt generaatorigaasi, valgustusgaasi, sulatusahjude gaase jne. Õlimootorid jagunevad kergeõli- ja raskeõlimootoreiks.

Kergeõli-mootoreiks nimetatakse kõiki mootoreid, milles tarvitatakse kütusena bensiini, gasoliini, piiritust, petrooleumi ja nende segusid. Raskeõli-mootoris kasutatakse kütusena naftat või teisi võrdlemisi raskelt auruvaid ja süttivaid vedelikke. Raskeõlidega töötavad nafta- ja diiselmootorid. Esimestel toimub kütuse aurumine ning plahvatus mootori tulises hõõgpeas, mida kuumendatakse mingite kõrvaliste vahenditega, näit. hõõguvate süte abil või vastava priimusega. Mootori käivitamisel ei vaja hõõgpea enam

väljastpoolt soojendamist, kuna mootori põlemissoojus hoiab pea küllaldaselt soojana.

Diiselmootorites paneb kütuse plahvatama atmosfääriline õhk, mis silindris kokkusurutult äärmiselt kõrge kompressiooniastmeni (ca 35 atm.) muutub tuliseks.

Gaasimootoreis tekitatakse gaasisegu plahvatust elektrisädeme abil, mis saadakse süüteküünlas vastava seadise abil. Kergeõlimootoreil on selleks samuti eriline süüteseadis, mida varustatakse elektrivooluga kas akumulaatorpatareist või magneetost.

Kergeõli-mootoreid tarvitatakse lennukeil, autodel, traktoritel, mootorpaatidel jne., väikesi ja keskmisi raskeõli-mootoreid — kalapaatidel, abimootoreina purjekail ja jõuallikana põllumajanduses ja tööstuses. Suurtööstuses, elektrijaamades ja laevadel kasutatakse peamiselt aga suuremaid raskeõli-mootoreid ja diisleid. Tööstustes, kus gaas saadakse kõrvalsaadusena, kasutatakse ka gaasiga töötavaid plahvatusmootoreid; uuemal ajal on hakatud kasutama seks otstarbeks ka puugaasi, mida toodetakse vastavais puusõegaasi-generaatoreis, mis kuuluvad plahvatusmootori seadme juurde.

Plahvatusmootori tähtsamateks osadeks on: silinder, kolb ja kolvirõngad, keps, väntvõll, nokkvõll, sisselaske- ja väljalaskeventiilid (klapid), gaasistaja ehk karburaator (diiselmootoritel puudub!), õli- ning jahutusveepumbad, süüteseadis (diislitel puudub!), kere ehk karter ja hooratas. Silindrite arvu järgi tuntakse 1—24-silindrilisi plahvatusmootoreid. Silindrite ülekuumendamise vältimiseks ümbritsetakse neid jahutussärgiga; jahutusvahendina kasutatakse enamasti vett, mida lastakse tsirkuleerida kahekordse seina vahel.

Mootori töötamistsüklile vastavalt eristatakse kahetaktilisi ja neljataktilisi plahvatusmootoreid, kusjuures taktiks loetakse kolvikäigu kestust ühest surnud seisangust teise.

Tööstuste jõumasinatena erilist tähtsust evivad diiselmootorid. Diiselmootorite leiutajaks on ins. R. Diesel. Esimesed diiselmootorid ehitati a. 1898, kuid nende võidukäik algas õieti alles 1904. aastal.

Diisel on ökonoomsemaid soojusjõumasinaid. Oma kõrge kompressiooni tõttu võimaldavad diiselmootorid ca 30% kütuse kokkuhoidu, nende kasutegur on nüüdsel ajal kuni 42%, kuna bensiinimootorite kasutegur on kõigest 15—26%. Kütusena tarvitatakse diislites naftat või tooröli, mis on palju odavam kui bensiin. Soojusjõumasinatena on diislitel veel rida tehnilisi paremusi, näit. bensiinimootor hakkab vedama alles 500 pöörde juures minutis, diiselmootor aga annab tugeva pöördmomendi juba 200—300 pöördel. See tähendab, et diiselmootoril on parem kiirendusvõime, kusjuu-

res käiguvahetamise tarvidus väheneb. Pealegi on võimalik ehitada diiselmootoreid palju suurema võimsusega kui bensiinimootoreid.

Konstruktiivselt erineb diiselmootor vähe harilikust bensiinimootorist. Gaasistaja ehk karburaator diiselmootoris puudub, selle asemel on õli pihustamiseks düüsid ning pumbad. Mootori võimsust reguleeritakse nende pumpade abil, muutes nende poolt pumbatava kütuse hulga, s. o. pihustamise varema või hiljema lõpetamisega.

Diisleid ehitatakse 2- ja 4-taktilistena. Diiselmootori ja bensiinimootori põlemisprotsesside erinevust neljataktilise mootori korral võib iseloomustada järgmiselt:

Diiselmootor	Bensiinimootor
I takt — imitakt Kolb liigub ülalt alla	
Silindrisse imetakse puhast õhku	Silindrisse imetakse õhku läbi karburaatori, kus ta seguneb bensiiniga, s. t. valmib küttegaas
II takt — kokkusurvetakt Kolb liigub alt üles	
Sisseimetud õhku surutakse kokku kuni 35 atm-ni, kusjuures õhu temperatuur tõuseb 500—700° C-ni	Sisseimetud segu surutakse ca 4—7 atm-ni
III takt — töötakt Kolb liigub ülalt alla	
Veidi enne kolvi jõudmist ülemisse surnud punkti pihustatakse kõrgetemperatuurilisse õhku tolmustatud kütust	Veidi enne kolvi jõudmist ülemisse surnud punkti kokkusurutud segu süüdatakse elektrisädemega
IV takt — väljalasketakt Kolb liigub alt üles	
Kolb tõukab põlenud gaasid silindrist välja	Kolb tõukab põlenud gaasid silindrist välja

Kokku võttes on diiselmootori konstruktiivsed paremused hariliku bensiinimootoriga võrreldes järgmised:

1. Ei ole vaja karburaatorit, kuna õhu suure kokkusurumise tagajärjel tolmustatult pihustatud raskeõli kohe süttib.

2. Ei ole tarvis keerukaid ja õrnu süüteabinõusid nagu magneeto või patareisüüde.

3. Pihustatud kütuse põlemine kestab kogu pihustamisaja vältel, kuna bensiinimootoritel elektrisädemega süüdatud gaaside segu põleb ära väga kiirelt.

Sisepõlemismootorid tööstuse jõuseadmena tulevad nüüdsel ajal kõne alla ainult elektrienergia puudumisel. Isegi omades mingit muud mehaanilise energia allikat, nagu tuule- või veeturbiini, peetakse kohasemaks muuta saadud energia elektrienergiaks ja alles viimast kasutada töömasinate käitamiseks.

7. Elektrifitseerimise tähtsus ja Eesti NSV elektrifitseerimine.

Kõik rahvamajanduse harud võivad edukalt areneda ainult elektrifitseerimise alusel, sellepärast NSV Liidu rahvamajanduse sõjajärgses arendamises eriti suur osa kuulub elektrifitseerimisele.

Elektri kui revolutsioneeriva teguri tähtsust hindasid juba Marx ja Engels; elektrifitseerimisele omistas suurt tähtsust ka Lenin, mida tõendavad Riikliku Elektrifitseerimiskomisjoni tööd (GOELRO plaan). Kõneldes vajadusest viia rahvamajandus kaasaegse suurtootmise tehnilisele alusele, märkis Lenin, et aluseks sellele on elekter: «Kommunism — see on nõukogude võim, pluss kogu maa elektrifitseerimine». [1]

Iseloomustades elektrifitseerimise tähtsust, kirjutas seltsimees Stalin, et «maa elektrifitseerimise all mõistis Lenin mitte üksikute elektrijaamade isoleeritud ehitamist, vaid maa majanduse, sealhulgas ka põllumajanduse järk-järgulist üleviimist uuele tehnilisele alusele, kaasaegse suurtootmise tehnilisele alusele, mis nii või teisiti, otseselt või kaudselt on seotud elektrifitseerimisega». [2]

Seepärast on NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanis 1946.—1950. a. elektrifitseerimise küsimustele pühendatud samuti palju tähelepanu.

Individuaalse automatiseeritud elektritransmissiooni kasutamine on eriti tähtis vooltootmismeetodi korral. Automaatsed elektriseadised kontrollivad operatsioonide õiget järjekorda, mõõdete täpsust jne. — kõik see vähendab tööjõu tarvidust, tõstab töö produktiivsust ning suurendab töö täpsust. Väga suurt tähtsust omab metallide elektrotermiline töötlemine, elektrolüüsiga saavutatakse ideaalselt puhtaid, lisandusteta metalle. Elektritehnoloogia rakendami-

[1] V. Saving, ENSV elektrifitseerimine uuel viisaastakul. „Eesti Bolševik" 1946, nr. 18, lk. 1351.

[2] V. Saving, sealsamas, lk. 1352.

sega laieneb tunduvalt kergete ja värviliste metallide, legeeritud teraste ja keemiasaaduste tootmine.

Väga suur tähtsus on raudteetranspordi elektrifitseerimisel, mis suurendab tunduvalt raudtee läbilaskevõimet ja vähendab kütusekulu ja vedude omahinda.

Elektrienergiat võib tulemusrikkalt kasutada ka viljajahvatamisel veskites, või- ja juustuvalmistamisel, põllumajanduses viljapeksul, lehmade lüpsmisel, söötade silostamisel, lammaste pügamisel jne. Samuti on väga suur ülesanne energiamajandusel linnade ja maa elektervalgustusega varustamisel.

Neil põhjusil Eesti NSV käesolev industrialiseerimise viisaastakki on ühtlasi ka elektrifitseerimise viisaastakuks.

Viisaastaku plaani seadus näeb ette elektrijaamade võimsuse tõstmist Eesti NSV-s 132 000 kW-ni, mis tähendab 1945. a. võrreldes suurenemist 92 000 kW võrra, ja elektrienergia tootmist 1950. a. kuni 395 000 kWt, mis 224% võrra ületab 1945. a. toodangu ja on kaks korda suurem 1940. a. omast.

Ahtmes on juba alanud Eestis suurima soojusjõujaama ehitus, mis valmib viisaastakul. Samuti taastati Püssi elektrijaam; taastamisel on ka Narva elektrijaam. Viie aasta jooksul on ette nähtud veel Kohtla-Järvele uue elektrijaama püstitamine. Narva jõel algab suure hüdroelektrijaama ehitamine. See elektrijaam võetakse ekspluateerimisele järgmisel viisaastakul, kuid on võimalik, et see veel enne viisaastaku lõppu võib tulla osalisele kasutamisele.

Põllumajanduse elektrifitseerimiseks ja hüdroenergia parimaks ärakasutamiseks taastatakse sel viisaastakul veel 77 väiksemat hüdrojaama, 16 soojus-, 70 väiksemat elektrijaama ja 82 transformaatoralajaama.

Katlahoone laiendamisega ja kahe uue aurukatla tegevusse rakendamisega suureneb tunduvalt Tallinna elektrijaama võimsus. Pärast uue korstna ehitamist ja katlahoone käikulaskmist seatakse Tallinna elektrijaamas üles multitsükloonid ja elektrifiltrid, mis suures ulatuses väldivad põlevkivi tahma tekkimist.

On juba täielikult elektrifitseeritud Tallinna-Pääsküla raudteeliin. Sellised on oleval viisaastakul põhiülesanded Eesti NSV elektrifitseerimise alal.

8. Elektrijaamad ja elektrienergia tootmine.

Elektrienergiat produtseerivad elektrijaamad. Igas elektrijaamas toimub mehaanilise energia ja töö muundumine elektrienergiaks. See muundumine teostub elektrijaama generaatoreis, mida käitatakse jõumasinatega.

Praegusel ajal toodavad elektrijaamad mehaanilist energiat kas soojusenergiast, mida saadakse kütuste põletamisel, või vees leiduvast potentsiaalsest energiast, mida muudetakse kineetiliseks energiaks.

Elektrivoolu tootmismasinaid, nn. generaatoreid ehk dünamoid, käitatakse kas aurumasinatega, sisepõlemismootoritega, tuule-, vee- ja auruturbiinidega. Suuremates aurujõujaamades eelistatakse aurumasinatele auruturbiine. Eriti suurte võimsuste saavutamiseks seatakse üles nn. turbogeneraatorid, mis kujutavad endast auru- või veeturbiine otseühenduses generaatoriga.

Sisepõlemismootoreid kasutatakse elektrijaamades jõumasinatena ainult väiksemate võimsuste puhul ja eriti seal, kus jaam töötab piiratud arvu tunde ööpäevas.

Veemasside energiat kasutavad jõuallikana aga nn. hüdroelektrijaamad.

Sel viisil toodetakse odavamat elektrivoolu, mida on võimalik kõrgepinge all juhtida üle kaugete vahemaade.

Oma otstarbelt jagunevad elektrijaamad: peajaamadeks, alajaamadeks ja eriseadmeiks; tootmisiseloomult — generaator-, jaotus- ja alaldusjaamadeks. Toodetud elektrivoolu iseloomult eristatakse — alalisvoolu-, vahelduvvoolu- ja segavoolu-elektrijaamu.

Majanduslikult on tulusam toota elektrienergiat suurtes pea- ehk keskjaamades, seepärast elektrijaama asukoha valikul on tähtis: jaama kütusega varustamise soodsad võimalused, tuha, eriti põlevkivituha äraveo või ärakasutamise võimalused, elektrijaama koormatuse suurendamine — kuna praktika näitab, et iga elektrijaama koormatus kasvab õige pea mitmekordseks.

Eriti viimasel aastakümnel pannakse erilist rõhku elektrijaamade ehitus- ja ekspluatatsioonikulude vähendamisele ning soojusenergia ratsionaalsele kasutamisele, mida saavutatakse võimalikult suuremate masinate ülesseadmisega jms. Seega on elektrijaamade ehitamisel mõõduandvad eeskätt majanduslikud kalkulatsioonid, mis määravad elektrijaama asukoha, voolu süsteemi, tarviliku pinge ja jõumasinate liigi ning suuruse.

Iga elektrijaam jaguneb mehaaniliseks ja elektriliseks osaks: mehaaniline osa koosneb katlamajast ja masinasaalist; masinasaal

on elektrijaama see osa, kus katlamajas toodetud auru, s. o. soojuse energia muundatakse elektrienergiaks.

Masinasaali seadme olulisemad osad näit. Tallinna elektrijaamas on järgmised: auruturbiin, turbogeneraator, kondensaator ja vastavad torustikud.

Elektrienergia tootmiseks juhitakse aurutorustiku kaudu ca 400° C-ni ülekuumendatud auru auruturbiini. Kuna turbiini võllile on otseselt ühendatud turbogeneraator, siis ka viimane hakkab pöörlema. Turbogeneraatori võllile on kinnitatud veel ergutusmasin, milles tekitatud alalisvool juhitakse harjade kaudu ergutusmähisesse, mis on paigutatud turbogeneraatori pöörlevasse ossa — rootorisse. Turbogeneraatori paigalseisvas osas, nn. staatoris on ankru mähis. Ergutusmasin tekitab pööreldes pöörleva magnetvälja, mis ankrumähises indutseerib elektrivoolu.

Auruturbiiniga koos töötab kondensaator, kus valitseb ca 97%-line vaakuum, mis võimaldab auru kogu survelangu ärakasutamist turbiinis. Kondensaator kujutab endast suurt silindrit, milles on hulk peenikesi vasktorusid. Aur, tulles turbiinist, ümbritseb neid torusid; kuna aga neist torudest läbi surutakse pumba abil külma vett, siis kondenseerub aur veeks. Selliselt kondenseeritud vesi valgub kondensaatori põhja, juhitakse sealt kondentsveebasseini ning pumbatakse uuesti katlasse. Aurust jahutamise teel saadud kondentsvesi on puhas ja seepärast katlakivi tekkimist katlas karta ei ole.

Toodetud elektrivool juhitakse kaablite kaudu läbi mõõteriistade, lülitite ja kaitseabinõude kogumislavadele. Suurema võimsusega elektrijaamades asetseb lülitusseade harilikult omaette hoones, kus sel juhul esineb kaks kogumislava süsteemi, mis võimaldab üht süsteemi teisest elektriliselt täiesti eraldada, et tarbekorral võtta ette parandusi, aparaatide puhastamist, vahetamist jne.

Lülitusseadme lavale koondatakse kõikide masinate kontroll- ja mõõteaparaadid, generaatorite paralleellülimiseks vajalikud seadised ning signaallambid, millede abil on võimalik jälgida lülitusseadme seisu ja rikete korral määrata kindlaks rikke asukoht. Lülituslavale koondatakse ka üksikute väljuvate kaablite voolutugevuse mõõtmise ampermeetrid ja vastavad signaallambid.

Lülitusseadme montaaž peab olema teostatud selliselt, et kõikide elektriaparaatide käepidemed asetseksid kättesaadaval kõrgusel, et mõõteriistade näitamised oleksid kergelt loetavad ja et jaotuslava ehk jaotustahvel ise oleks hästi valgustatud.

Elektrienergia juhtimine tarbimiskohtadesse toimub lülituslavalt läbi vastavate lülitite ja mõõteriistade üksikute kaablite või õhuliinide kaudu.

Elektrienergiat ei ole tegelikult võimalik hoida suurtes hulkades tagavaraks, vaid seda tuleb tarvitada otseselt selle valmistamise ajal.

Sellepärast elektrienergia ühiku kilovatt-tunni (kWh) hinna määramisel on väga suure tähtsusega elektrienergia tarvitamise kestuse küsimus.

Elektrialajaamad on vastava aparatuuriga elektriseadmed, millede ülesandeks on kas kõrgepingelise voolu ümbertransformeerimine madalapingeliseks või vahelduvvoolu muutmine alaliseks, või ümberpöördult.

Olenevalt oma ülesannetest, alajaamad jagunevad:

1. transformaatorjaamadeks, mis muundavad kõrgevoldilise voolu tarvitamiskõlblikuks, s. o. 110—220-voldiliseks vooluks;

2. umformerjaamadeks, mis muundavad vahelduvvoolu alaliseks, näiteks elektriraudtee, trammi jms. jaoks.

Sõltuvalt olevast vooluliigist, kasutatakse alalis- ja vahelduvvoolu-mootoreid. Alalisvoolu-mootorid on keerukama ehitusega, vajavad hoolikamat järelevalvet ja rohkem remonti, kuid võimaldavad pöörete arvu suurepiirilist muutmist. Vahelduvvoolu-mootorid töötavad enam-vähem kindla pöörete arvuga, on lihtsama konstruktsiooniga ja kui neid varustada vastavate kaitseseadmetega, võivad nad pikki aegu töötada ilma erilise järelevalveta.

Ehitusviisi järgi tuntakse lahtisi, kaitstud ja kapseldatud mootoreid. Kaks viimast liiki on rohkem kaitstud tolmu, mustuse ja teiste võõrkehade sissetungi ja niiskuse vastu. Lahtised mootorid aga seevastu evivad paremat jahutust. Elektrimootorite käivitamine toimub erilise käivitiga, mis väldib elektriseadmele kahjulikuks osutuvat suurt voolutõuget käivitamisel.

Ainult elektrienergia võimaldab seada igale töömasinale iseseisva käitaja, mis osutub mitmeti otstarbekohasemaks, kui töömasinate käitamine üksikjõumasinalt transmissiooni kaudu.

9. Veejõu kasutamine.

Vesi esineb looduses tähtsaima elu mõjutava tegurina. Samasugune tähtis tegur on vesi inimesegi elus ja tegevuses, näit. vee kasutamine majapidamises, põllumajanduses, tööstuses ja mujal. Vee kasutamise ühe vormina esineb veejõu kasutamine.

Veejõujaam praeguse ehitusviisi järgi koosneb: jõujaamast ehk turbiinihoonest, paisust ja veejuhtimisseadmeist ülemise ja alu-

mise kanali näol. Turbiinihoone tähtsamaiks seadmeiks on turbiinid, generaatorid ja lülitusseade.

Vesiturbiin on rattakujuline jõumasin, mille ülesandeks on veejõu muutmine kasulikuks tööks. Vesiturbiini tähtsamaiks osadeks on vett turbiini juhtiv nn. juhtratas ja veejõudu kasutav töö- ehk jooksuratas. Vesiturbiini abil muudetakse kasulikuks tööks vee surve ja liikumiskiirus, mille abil käivitatakse vesiturbiini tööratast ja võlli. Juhtratas on liikumatu, tema ülesandeks on juhtida vesiturbiini voolavat vett juhtlabidate või joatorude abil jooksuratta labidaile.

Vee kineetilise energia muundumine elektrienergiaks toimub generaatorites, analoogiliselt soojusjõujaamadele.

Paisuehitise ülesanne veejõujaamas on võimaliku või tarviliku kukkumise koondamine, vee tagasihoidmine paistiigi abil ja vee juhtimine jõujaama. Seega tõstetakse paisu ehitusega veepinda, paisutuse ulatus aga oleneb paisutuse kõrgusest ja jõe langusest.

Meie oludes enamik veejõuseadmeid on väikese kukkumisega, s. o. alla 10 meetri, millised jõuseadmed kuuluvad nn. madalsurve-jõujaamade liiki. Kui kukkumise koondamine sünnib ainult paisuga, asub turbiinihoone paisu juures kaldal või on isegi ühendatud paisuehitisega. Sel juhul puuduvad nii ülemine kui ka alumine kanal.

Juhul aga, kui paisu abil sünnib ainult osaline kukkumise koondamine, kasutatakse allapoole paisu jäävat jõe kukkumist sel teel, et juhitakse ülemise kanali kaudu paisutatud vesi jõe kallast mööda jõujaama ja sealt vastava sügavusega alumise kanali kaudu jõkke.

Viimasel juhul esineb võrdlemisi pikki veejuhtimisseadmeid ja jõujaamahoone võib asuda jõest eemal. Missugune lahendus on ühel või teisel juhul parem, seda tingivad kohalikud olud koos majandusliku kalkulatsiooniga.

Madalsurve-jõujaamade ehitamine on võrdlemisi kallis, mispärast nende toodetud elektrienergia omahind osutub samuti kalliks.

Ehituskulude vähendamiseks on hakatud ehitama nn. veealuseid jõujaamu, kus turbiinid, generaatorid ja teised seadmed paigutatakse paisu kerre. Selline veejõujaama ehitusviis on tavaliselt üle 50% odavam, millest tingituna ka 1 kWh elektrienergia omahind osutub samuti poolevõrra odavamaks.

10. Tuulejõu kasutamine.

Looduse hiiglajõudu tuule näol oskab inimkond rakendada juba sajandeid, kuid sellest hoolimata on seda seni kasutatud võrdlemisi vähe. Tuul kui energia allikas omab olulisi puudusi, mis raskendavad ta tehnilist kasutamist. Esiteks on ta ruumiliselt väga hajutatud, mistõttu tuulejõumasin peab omama võrdlemisi suurt püüdepinda, selleks et õhuvoolult võtta vajalikku võimsust. Teiseks on tuul oma tugevuselt äärmiselt ebaühtlane. Seepärast tuulejõumasin pole hästi rakendatav tööstuslikuks tootmiseks, kus jõumasinale seatakse kõikumatu koormatuskõveraga energianõudlus.

Täiesti soodsaks osutub tuulejõumasinate kasutamine aga põllumajanduses, näit. põllumajanduskäitiste veega varustamiseks, loomatoidu ja söödavilja jahvatamiseks jne.

XVI peatükk.

TOOTMISE ORGANISEERIMISE ALUSED.

1. Sotsialistliku tööstuse juhtimise organisatsioonilised põhimõtted.

Bolševikkude partei on maailma ajaloo võimsamaks organiseerivaks jõuks, sellepärast sotsialistliku tööstuse ülesehitamisel osutub töölisklassi juhtiva osatähtsuse teostamise vahendiks — organisatsiooniline töö.

Sm. Stalin ütleb: «Omada õige poliitiline joon — see on muidugi esimene ja kõige tähtsam asi»,[1] «kuid pärast seda, kui on antud õige poliitiline joon, otsustab organisatsiooniline töö kõik, sealhulgas ka poliitilise joone enda saatuse — tema teostamise või tema nurjumise».[2]

Kapitalistliku tööstusettevõtte seesmine organisatsioon erineb põhimõtteliselt sotsialistliku tööstuse organiseerimise põhialustest.

Kapitalistlik organisatsioon väljendab kujukalt kõiki kapitalistliku majanduse põhijooni. Kogu ettevõtte juhtimine organiseeritakse selliselt, et kaitsta kapitaliomaniku huve ja kõvendada tema positsiooni, s. o. kõvendada tööjõu ekspluateerimisel põhinevat kapitalistlikku tööorganisatsiooni. Ka kõige parem kapitalistliku tööstusettevõtte organisatsioon ei saa muuta tema tegevuse majanduslikke tingimusi, ei saa vältida tootmise stiihilist iseloomu, kriise, konjuktuuri võnkeid jne., mis paratamatult laostab paljude aastate organisatsioonilist tööd. Teatavasti toimub kapitalistlikus majandussüsteemis ka terav võistlus üksikute kapitalistide või nende rühmade vahel, mis omakorda teeb võimatuks tööstuse kui rahvamajandusharu organiseerimise probleemi tervikliku lahendamise kapitalistlikus ühiskonnas.

---

[1] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 523.
[2] J. Stalin, sealsamas, lk. 442.

Sotsialistlikus majandussüsteemis, kus tootmisvahendid on ühiskonnastatud ja kus teostatakse plaanimajandust, saavutab ka tööstuse otstarbekas juhtimine riigi poolt oma tõelise tähtsuse ja jõu. «Töötada plaani järgi,» ütleb sm. Molotov, «tähendab teada, mida on vaja teha ja mis otstarbeks. Plaanid on muutunud meie maal asendamatuks organisatsiooniliseks jõuks.» [3]

Sotsialistlikus tööstuses ei ole antagonismi, meil on lõplikult kaotatud inimese ekspluateerimine inimese poolt. «Inimesed ei tööta meil ekspluataatorite jaoks, mitte söödikute rikastamiseks, vaid iseendale, oma klassile, oma nõukogude ühiskonnale, ... sellepärast just ongi tööl meie juures ühiskondlik tähtsus, see on auja kuulsuseasjaks». [4] Ainult töö tootlikkuse kasv ja sellest tingitult igasuguste tarbeainete küllus, nõukogude ühiskonna kõigi liikmete jõukuse ja kultuurse elu taseme tõus «... võib teha ühiskonna rikkamaks kui kapitalistlik majandussüsteem ... Tõepoolest võib sotsialism võita ainult kõrge tööviljakuse alusel ...» [5]

Nii tootmise ja töö organisatsiooni kui ka turustamis- ja varustamisküsimuste ning plaanimismeetodite valik sõltub juhtimise organisatoorsest tasemest kui ka selle vormidest.

Bolševikkude partei ja Nõukogude valitsus on omistanud rohkesti tähelepanu tööstuse organisatsioonilistele küsimustele selle igal arenemisetapil, ja sellest tingituna on toimunud ka mõningad muudatused, mis on olnud vajalikud ja põhjendatud mitmesuguste motiividega, kuna uued ülesanded on nõudnud ka organiseerimisvormide ja -küsimuste uut lahendamist. Praegu on otsustava tähtsusega ÜK(b)P XVII ja ÜK(b)P XVIII kongressil tööstuse organiseerimise meetodite ja põhimõtete kohta tehtud otsused.

Need seisukohad on üldjoontes järgmised.

1. **Poliitilis-majandusliku juhtimise ühtsus.** See tähendab, et igale majanduslikule, tehnilisele ja operatiivsele küsimusele tuleb läheneda poliitiliselt. Igat organisatsioonilis-majanduslikku küsimust peab lahendama laialdaste töötajate hulkade mobiliseerimisega konkreetse majandus-poliitilise direktiivi ümber, «... on vaja kaadreid, on vaja inimesi, kes partei poliitilisest joonest aru saavad, kes võtavad seda nagu omaenese joont, kes on valmis seda ellu viima, kes oskavad seda praktiliselt teostada ja on võimelised selle eest vastutama, seda kaitsma, selle eest võitlema. Ilma selleta ähvardab õige poliitiline joon paberile jääda». [6]

[3] XVIII ÜK(b)P kongress, stenograafiline aruanne. 1939, lk. 313.
[4] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 441.
[5] J. Stalin, sealsamas, lk. 437.
[6] J. Stalin, sealsamas, lk. 523.

On ilmne, et majanduslikkude ülesannete lahendamine ei saa toimuda automaatselt, vaid alati inimeste õige paigaleasetamisega ja nendele tehtud ülesannete täitmise kontrollimisega — järelikult majanduslikkude ülesannete lahendamine peab toimuma hästi läbimõeldud kaadrite valiku alusel.

Poliitilismajandusliku juhtimise ühtsus on sotsialistliku tööstuse juhtimise üks olulisemaid printsiipe, mis leiab väljendust kõigis teisis tööstuse juhtimise organiseerimise põhimõtteis.

2. **Ainujuhtimine.** Ainujuhtimine tuleneb eelmainitud poliitilismajandusliku juhtimise ühtsuse põhimõttest ning tähendab säärast olukorda tootmise juhtimises, kus iga töötaja vastutab täielikult temale usaldatud ülesande täitmise eest, olles allutatud teatud kindlale isikule. ÜK(b)P XVII kongressil sm. Stalin nõudis «isikliku vastutuse puudumise kaotamist töö alal ja võrdsustamise likvideerimist töötasu süsteemis». [7]

Teise viisaastaku lõpuaastail ilmnes ainujuhtimise printsiibi rakendamisel rida bürokraatlikke moonutusi: mõned majandusjuhid olid arvamisel, et ainujuhtimine tähendab seda, et majandusjuht on vaba igasugusest ühiskondlikust kontrollist. Partei veebruari- ja märtsipleenum a. 1937 mõistis ainujuhtimise säärase tõlgendamise otsustavalt hukka. Majandusjuht, kes ei tunne end olevat seotud massidega ega oska kindlustada endale poolehoidu ega kasutada aktiivi konkreetset abi, ei suuda oma kohuste täitmisega hakkama saada. [8]

3. **Tootmise juhtimise süsteem.** Tööstusliku juhtimise alal tuntakse kolme süsteemi: a) lineaarne, b) funktsionaalne ja c) tootmis-territoriaalne süsteem.

a) Lineaarne ehk sõjaväeline juhtimissüsteem eeldab vahetut seost tootja ja administratiivjuhi vahel, kellele esimene otseselt allub. Lineaarne juhtimissüsteem on tekkinud juba varakapitalistlikul, s. o. manufaktuuride ajastul, suure arvu tööliste koondamisega kapitalistlikuks ühistootmiseks. Selles süsteemis tootmise juhid — organisaatorid — pidid olema võimelised instrueerima alluvaid kõigis küsimusis, teiste sõnadega — nad pidid omama universaalseid teadmisi.

Tehnika arenemine, tehnoloogiliste protsesside mitmekesistumine ning tööstuslik kontsentratsioon põhjustasid teatavasti laialdast tööjaotust ning spetsialiseerumist, tekkis vajadus kitsa eriala spetsialistide järgi. Universalism asendus spetsialiseerumisega ning

[7] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 424.

[8] Võrdle: E. Грановский и Б. Маркус, Экономика социалистической промышленности, Москва 1940, lk. 563.

koos sellega lineaarse tööstuse juhtimise süsteemi asemele astus funktsionaalne süsteem.

b) Funktsionaalne juhtimissüsteem tähendab juhtimise killustamist paljudesse osakondadesse ja sektoritesse, kusjuures igaüks nendest vastutab ainult oma kitsa, väikese tööfunktsiooni eest. Säärane juhtimissüsteem oli omal ajal levinud paljudel tööstusaladel N. Liidus enne 1934. a.

Partei XVII kongress tunnistas säärase juhtimissüsteemi nõukogude tööstuses vääraks ja kahjulikuks, kuna see süsteem soodustas vaid vastutamatust ja hooletust asjaajamises ja põhjustas juhtimise alal algatusvõimetust.

Partei kongressil sm. Stalin ütles: «Valitsemisaparaadi bürokratism ja kantseleilikkus; loba «juhtimisest üldse» elava ning konkreetse juhtimise asemel; organisatsioonide funktsionaalne struktuur (tiheda sideme pidamine sama käitise üksikute osade vahel) ja isikliku vastutuse puudumine; isikliku vastutuse puudumine töös ja võrdsustamine töötasu süsteemis; süstemaatilise kontrolli puudumine otsuste täitmise üle; enesekriitika kartus — selles ongi meie raskuste allikad, selles peituvadki praegu meie raskused.» [9]

Partei XVII kongressi otsusega likvideeriti nõukogude majandusorganites funktsionaalne süsteem ja asendati see tootmis-territoriaalse süsteemiga.

c) Tootmis-territoriaalne juhtimissüsteem. See tähendab, et iga tööstusala kogu riiklikus, vabariiklikus, oblasti jne. ulatuses, iga ettevõte ja iga tsehh on allutatud ainult ühele juhatajale, kusjuures juhtivad organid aga on spetsialiseeritud juhtimise alade ja rajoonide järgi ja iga üksikus käitises täpselt kindlaksmääratud tootmispaikade järgi.

Tootmis-territoriaalse juhtimise printsiip ei tähenda sugugi, et selles süsteemis ei võiks enam esineda sugemeid funktsionaalsüsteemist: teatud osa olulisi funktsioone, nagu plaanimine, finantsiline juhtimine, varustuse ja turustuse korraldamine, osutus otstarbekaks jätta funktsionaalosakondadena ja -sektoritena. Seega mõningate organite funktsionaalne struktuur võib etendada abistavat osa tööstuse juhtimise tootmis-territoriaalses süsteemis.

Tööstusliku juhtimise tootmis-territoriaalne süsteem koosneb praegu järgmistest põhielementidest: minister — peavalitsuse juhataja — trusti juhataja — ettevõtte direktor — peainsener — tsehhi juhataja — meister-brigadiir — tööline. Kõik need lülid pole tingimata vajalikud, kuid enamasti eksisteerivad.

[9] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 423.

4. **Juhtimise operatiivsus.** Sotsialistliku tööstuse juhtimise tunnuseks on veel juhtivate organite lähendamine tööstuskäitisele kui tööstuse algrakukesele. Parimateks vahenditeks juhtivate organite lähendamiseks operatiivtööle osutub seejuures:

a) Juhtimise paljulülisuse likvideerimine, s. o. juhtimise struktuuri lihtsustamine. Nii näit. 1934. a. likvideeriti peaaegu kõik majandusettevõtete liidud ja suur osa truste, käitise direktor allutati otseselt peavalitsuse juhatajale.

Kuni partei XVII kongressini oli iga peavalitsuse osakondade ja sektorite arv sama suur kui vastava rahvakomissariaadi enda oma. Trust omakorda evis samasugust struktuuri osakondade ja sektorite arvu mõttes kui peavalitsuski, ja ettevõte sama struktuuri kui trust. Mitmed osakonnad olid alamais lülides üleliigsed, nagu näit. kapitaalehituste osakond, hindade büroo jt. Teiselt poolt aga osutus otstarbetuks kõrgemais lülides korrata osakondi ja sektoreid, mis esinevad tööstusettevõtte organisatsioonis.

Juhtimisstruktuuri lihtsustamine, teostatud kooskõlas partei XVII kongressi otsustega, võimaldas suunata suure osa insener-tehnilisest personalist ettevõtteisse.

b) Juhtivorganite diferentseerumine. Juhtimise konkretiseerimisel omab juhtivorganite diferentseerumine väga suurt tähtsust. Seda teostatakse pidevalt tekkiva vajaduse järgi. Näiteks omal ajal (dets. 1917. a.) hõlmas kogu rahvamajanduse juhtimist Rahvamajanduse Kõrgem Nõukogu. Alates aga 1919. a. muudeti see organ sisuliselt tööstuse rahvakomissariaadiks, mille kõrvale loodi veel teisi rahvakomissariaate. 1930. a. eraldati tööstuse rahvakomissariaadist toiduainete tööstus, veel hiljem kergetööstus, metsatööstus jne. Selline diferentseerumine on jätkunud ka hilisemail sõjaeelseil aastail, mil loodi terve rida erialalisi keskasutisi.

5. **Isiklik tööga tutvumine, kaadrite valik ja täitmise kontroll.** Õige juhtimissüsteem võib olla teostatav ainult teatavate meetodite rakendamisega. Majandusmeeste nõupidamisel 1931. a. sm. Stalin ütles: «Arvata, et praegu on võimalik juhtida kantseleist, kontoris istudes, kaugel tehasest, — tähendab eksiteele sattuda. Et tehaseid juhtida, on vaja sagedamini kokku puutuda käitises töötajatega, on vaja nendega elavat sidet pidada.» [10] Sm. Stalin õpetab, et organisatsioonilise töö taseme tõstmiseks poliitilise juhtimise tasemele ja parteijoone elluviimise kindlustamisel ei tohi unustada Lenini geniaalset mõtet, «et organisatsioonilises

[10] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 307.

tegevuses on peaasi — inimeste valik ja täitmise kontroll».[11]

«Õige kontrolli organiseerimisel otsuste täitmise üle on otsustav tähtsus bürokratismi ja kantseleilikkuse vastu võitlemisel.»[12] Ülesannete täitmise kontroll peab toimuma niihästi ülalt alla, kui alt üles. Oluline on seejuures, et see kontroll teostuks faktiliste töötulemuste ja mitte vaid paberlike aruandluste järgi.

«Õige poliitiline joon on vajalik mitte deklaratsioonis, vaid elluviimiseks. Selleks aga, et õiget poliitilist joont ellu viia, on vaja kaadreid . . .»[13] Sellest tulenebki kaadrite õige valik, nende kasvatamine, õige paigutus jne. «See veel ei tähenda õiget kaadrite valimist, kui valida enesele asetäitjaid ja abisid, moodustada kantselei ja anda sealt välja igasuguseid korraldusi.»[14]

Sm. Stalin ütleb, et õige kaadrite valik tähendab: a) hinnata kaadreid nagu partei ja riigi kullafondi, b) tunda kaadreid, tunda iga töötaja voorusi ja puudusi, c) hoolikalt kaadreid kasvatada, d) julgelt edutada uusi noori kaadreid ja e) paigutada töötajad kohtadele niiviisi, et iga töötaja võiks anda meie ühisele tööle maksimumi sellest, mida ta üldse on võimeline andma, ning et see paigutamine tagaks poliitilise joone läbiviimist.

6. **Isemajandamine.** Sotsialistliku tööstuse üheks tähtsamaks põhimõtteks on veel isemajandamise printsiipide süstemaatiline rakendamine ja süvendamine. Isemajandamine tähendab majanduslike organite, s. o. ettevõtete ja asutiste iseseisvust operatiivtöös plaaniülesannete täitmisel, mis põhineb võimalusel käsutada kõiki materiaalseid vahendeid, mis on vajalikud nende ülesannete täitmiseks ning mis põhineb ühtlasi valjult kindlaks määratud materiaalsel vastutusel majandusliku tegevuse tulemuste eest.

Konkretiseerides ja täpsustades majanduslikke ülesandeid, kindlustab isemajandamine kõige tõhusamini ainujuhtimist. Ta tähendab otsest materiaalset vastutust halva juhtimise tulemuste puhul ja sunnib ettevõtte töötajaid tundma huvi töötulemuste vastu, sunnib neid töötama ja majandama ökonoomsemate ja ratsionaalsemate põhimõtete kohaselt.

Isemajandamise puudulik rakendamine põhjustab tööstuses suuri kahjusid, seevastu nende range rakendamine omab esmajär-

[11] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 424.
[12] J. Stalin, sealsamas, lk. 426.
[13] J. Stalin, sealsamas, lk. 523.
[14] J. Stalin, sealsamas, lk. 523.

gulist tähtsust akumulatsiooni suhtes — «... juurutada ja kindlustada isetasuvust, tõsta tööstuse sisemist akumulatsiooni — niisugune on ülesanne,»[15] ütleb sm. Stalin.

2. Tootmisprotsesside tüübid.

Ühine tootmisplaan ja eelarve on tavaliselt iga tööstuskäitise üksikute tööstus-, kõrval- ja abiruumide ning hoonete ühtse tööstusettevõtte mõiste alla koondamise kriteeriumiks. Erinevaisse tootmisharudesse kuuluvais tööstuskäitistes kasutatavad masinad, seadmed ja mehhanismid kui ka nende tootmis-tehnoloogilised protsessid on väga mitmekesised; nad erinevad üksteisest ning on spetsiifilised antud tööstusharule, selle mehhaniseerimise astmele, töödeldavaile toorainetele, valmistoodete omadusile ja toodangu tarvitamise otstarbele, — seepärast, plaanimise kergendamise, tootmiskulude tekkimiskoha järgi arvestamise kui ka käitise poolt isemajandamise põhimõtte teostamise kontrollimiseks — liigitatakse tööstuslikku tootmisprotsessi tavaliselt järgmise kolme tunnuse järgi:

1) tootmise otstarve,
2) tehnoloogiline protsess,
3) tootmise iseloom.

1. **Tootmise otstarbe** seisukohalt tootmisprotsessid jaotatakse nelja liiki: a) põhi-, b) teenindav-, c) abi- ja d) kõrvaltootmiseks.

a) Põhitootmine valmistab teatava ettevõtte põhitooteid (näiteks masinad masinaehitustehases, riie kudumisvabrikus jms.). Põhitootmine iseloomustab mitte ühe ega mitme tööstusettevõtte, vaid kõikide antud tootmisharusse kuuluvate käitiste tegevust.

b) Teenindav-tootmine on vahetult seotud põhitootmisprotsessiga, tema peamiseks ülesandeks on põhitootmise teenindamine; sellepärast kasutataksegi teenindava tootmise toodangut põhitootmisprotsesside kui ka kogu tööstuskäitise lakkamatu tegevuse tagamiseks. Teenindava tootmise mõiste alla käib: auru- ja elektrienergia tootmine, veevarustus, transportvahendid jms.

c) Abitootmine teostab põhitootmisprotsessi abistamise ülesandeid; selle valmistoodang on eri ilmega, kuid tavaliselt ta on kindlas seoses põhitootmisega. Abitootmise toodang võib evida ka kauba väärtust, kuid enamasti teda kasutatakse kas täielikult või osaliselt põhitootmisprotsessis abimaterjalina, taarana jne. Nii näit.

[15] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 306.

esineb tihti abitootmisena tulekindlate telliste valmistamine metallurgias, metsatöötlemine masinaehituses, karjääride ekspluateerimine keemiatööstuses jne.

d) Kõrvaltootmise ülesandeks on põhitootmisprotsessi jäätmete utiliseerimine laiatarbekaupade valmistamiseks. Organisatsioonilis-tehniliselt on kõrvaltootmine täiesti iseseisev ning ei sõltu põhitootmisprotsessist. Kõrvaltootmise olemasolu ja vajadus ühes või teises tööstusettevõttes või koguni tööstusharus on tingitud põhitootmisprotsessi jäätmete töötlemise tasuvusest ehk teisiti — abitootmise eksisteerimise ratsionaalsusest.

2. **Tehnoloogilise protsessi** poolest liigitatakse tootmist: a) liht- ja b) liittootmiseks.

a) Lihttootmise all mõistetakse säärast tootmisprotsessi, kus põhitooraine muundumine valmistooteks toimub vahetult ühtse ning pideva töötlemise tagajärjel. Lihttootmine on domineeriv nn. ürg- ehk ammutavas tootmises, nagu kivisõe-, maagi-, nafta- jt. samalaadilistes tööstusharudes.

b) Liittootmine erineb lihttootmisest selle poolest, et siin töövahendid, s. o. tooraine, abimaterjalid jne., enne nende valmistoodeteks muundumist läbivad pika rea erinevaid ning iseseisvaid töötlemisprotsesse. Liittootmise näitena võiks tuua masinaehitus-, metallitöötlemis-, kudumis- ja teisi töötlevaid tööstusharusid.

3. **Tootmise iseloomu** vaatekohast liigitatakse tootmist järgmiselt:

a) individuaaltootmine,
b) seeriatootmine,
c) masstootmine,
d) vooltootmine.

a) Individuaaltootmine toimub harilikult vastavate eri tellimuste alusel ja tähendab üksikute üksteisest suuresti erinevate ja enamasti mitte korduvate esemete valmistamist. Individuaaltootmise tehnoloogiline protsess määratakse igal üksikjuhul erandlikult, olenevalt tellimuse iseloomust ja nõuetest.

Sääraste individuaal-tellimuste täitmine pikendab äärmiselt tootmistsüklit, ei võimalda seadmetepargi täielikku kasutamist ning nõuab kvalifitseeritud universaalsete teadmistega tööliskonda. Neil põhjusil osutub individuaaltootmine kõige kulukamaks tootmisviisiks.

Individuaaltootmise näiteina võiks mainida laevade, tõstekraanade, auruhaamrite, tammide jms. ehitamist.

b) Seeriatootmine on vahelüliks individuaal- ja masstootmise vahel. Tihti osutub võimatuks piiritleda, kus lõpeb seeria- ja algab masstootmine, seepärast tekitab seeriatootmise mõiste defineerimine teatavaid raskusi.

Seeriatootmise olemuseks on aga igal juhul individuaaltoodete korduv valmistamine rühmadena ja partiidena, mida nimetatakse seeriaks.

Võrreldes individuaaltootmisega võimaldab seeriatootmine juba palju üksikasjalisemat tootmisprotsessi spetsifitseerimist ning seadmetepargi ratsionaalsemat kasutamist.

Seerialine tootmisviis on laialt rakendatav masinaehitus-, tööpinkide, veduri-, vaguni- jt. tehastes.

c) Masstootmise tunnuseks on: homogeenne tooraine, kõigile valmistoodetele ühtne töötlemisviis ja kaupade rohkearvuline ehk massiline tootmine.

Masstootmist iseloomustab kõrge mehhaniseerimise aste, s. o. eriseadmete ja masinate rakendamine, üksikute töötajate kui ka seadmete vahel peenusteni läbiviidud tööjaotus ning töö rütmilisus. Laialdane spetsialiseerumine ning masinapargi võimsuse maksimaalne ärakasutamine suurendab omakorda tunduvalt töötootlikkust ja alandab üksiktoote omahinda; seega osutub masstootmine odavamaks seeriatootmisest.

Masstootmine on levinud näit. suhkru-, tekstiil-, tubaka- jt. tootmisharudes.

d) Vooltootmine, kui väga produktiivne ja ökonoomne, tuleneb moodsa tehnika arenemisastmest ja kujutab endast masinatööstuse süsteemi seaduspärast arenemist. Vooluseks nimetatakse tootmisprotsessi, kusjuures töödeldav ese liigub töökohalt töökohale kindlas rütmis ja enamik tööabinõusid on paigutatud tööoperatsioonide tehnoloogilises järjekorras.

Vooltootmise korral on tähtis rütmi määramine, mida nimetatakse sünkroniseerimiseks. Vooltootmisel ei tohi ühel töökohal teha mitmesuguseid operatsioone, nagu see on omane tavalisele tootmisele, — siin võib igal töökohal sooritada vaid ühte kindlat operatsiooni. Selleks, et tagada pidevat tööprotsessi, peab aga igale töökohale andma kindla rütmi, kusjuures rütmiks nimetatakse aja intervalli kahe ühesuguse detaili ehk tüki valmimise või etteandmise vahel.

Teiselt poolt peab materjali liikumise tee vooltootmisel olema võimalikult lühike ning sirgjooneline, ka tööjõu- ja energiakulu peab olema produktsiooni transportimisel minimaalne. Sellepärast eeldab vooltootmine kõigi põhitootmisprotsessist osavõtvate masi-

nate ja mehhanismide paigutamist tehnoloogilise protsessi järjestuses.

Ekslik oleks arvata, et vooltootmine peab tingimata olema seotud põhiliste vooluste konveieriseerimisega. Vooltootmist võib organiseerida ka ilma ühegi konveierita, kasutades veerepindu, kandikuid, rennisid, allalasketeid jms. seadmeid. Tootmise konveieriseerimine aga osutub kõige eesrindlikumaks viisiks iseseisvalt töötavate masinate ühendamiseks ühtseks, pidevalt töötavaks tootmisorganismiks. Seega ainult pideva automaatse vooltootmise iseärasuseks on töödeldava objekti liikumine ühest tootmisfaasist teise mitte inimkäte, vaid mehhanismide abil.

Vooltootmine võimaldab tunduvat tööprotsessi mehhaniseerimist ja ratsionaliseerimist ning seega toodangu omahinna alandamist. Kuna aga tootmise ökonoomsus ja toodangu omahind on tähtsaimaks teguriks käitise töö hindamisel rahvamajanduslikust seisukohast, siis tuleb otsustavalt võidelda tootmisprotsesside vooltootmisele üleviimise eest.

Rohket rakendamist leiab vooltootmise meetod auto- ja traktoritööstuses, elektrimootorite, sõjamoona, relvastuse, jalgrataste, kuullaagrite tootmisel, kui ka sellistel erialadel, nagu mäe- ja maakide tööstus, kivisöe tootmine jne.

3. Sotsialistliku tööstuse juhtimise organisatsiooniline struktuur.

a) Riikliku tööstuse organiseerimise vormid.

Kaasaja sotsialistlikus tööstuses on välja kujunenud neli erinevat organisatsioonilist vormi:

a) liidulise alluvusega, b) vabariikliku alluvusega, c) kohaliku alluvusega ja d) mittetööstuslike ministeeriumide tööstus.

a) Liidulise alluvusega tööstus haarab neid tööstusharusid, mis evivad NSV Liidu tööstuslikus plaanis juhtivat tähtsust ning millede toodangut tarvitatakse kogu Nõukogude Liidu territooriumil. Siia kuuluvad näit. nafta-, musta metallurgia, keemia-, raskemasinaehituse, kivisöe- jt. tööstusharud.

b) Vabariiklikku tööstusse lülitatakse tööstuskäitised, mis evivad palju väiksemat varustamis-turustamiskäivet kui liiduline tööstus ning millede toodang on vabariikliku tähtsusega, näit. kerge-, tekstiil-, ehitusmaterjalide, metsa- jt. tööstusharud.

c) Kohaliku, s. o. oblasti-, linna-, külanõukogu- jne. tööstuse ülesandeks on kohaliku initsiatiivi rakendamine kohapealsete tar-

vete rahuldamiseks, kohapealsete ressursside utiliseerimine teatud linna, maakonna, valla, rajooni jne. piirides. Kohalik tööstus allub vastava liidu- või autonoomse vabariigi kohaliku tööstuse ministeeriumile.

d) Mittetööstuslike ministeeriumide tööstus hõlmab tootmisharusid, mis teenindavad ja abistavad mittetööstuslikku ministeeriumi, näit. tervishoiu ministeeriumile alluvad arstirohtude ja arstiriistade tehased, teedeministeeriumile veduri- ja vagunitehased, mitmesugused töökojad, haridusministeeriumile õppevahendite töökojad jne.

Liidulise ja vabariikliku alluvusega tööstuste kõrgemaks juhtivaks organiks on tööstuslik ministeerium.

NSVL Konstitutsioon eristab 3 tööstuslike ministeeriumide kategooriat: a) tööstuse üleliidulised ministeeriumid, b) tööstuse liiduvabariiklikud ministeeriumid ja c) tööstuse vabariiklikud ministeeriumid.

a) Üleliidulised ministeeriumid juhivad neile usaldatud riigivalitsemisharusid kogu NSV Liidu territooriumil kas vahetult või nende poolt määratavate organite kaudu (NSVL Konst. § 75).

b) Liiduvabariiklikud ministeeriumid juhivad neile usaldatud riigivalitsemisharusid tavaliselt liiduvabariikide samanimeliste ministeeriumide kaudu ning valitsevad vahetult ainult kindlalt piiratud arvu ettevõtteid nimistu alusel, mille kinnitab NSV Liidu Ülemnõukogu Presiidium (NSVL Konst. § 76).

c) Vabariiklikkude ministeeriumide hulka kuuluvad:

1. kohaliku tööstuse ministeerium,
2. kohalike kütteainete ministeerium.

Need ministeeriumid juhivad teatud liiduvabariigi või autonoomse vabariigi kohaliku ja kütteainete tööstuse käitisi ja on seega ka liiduvabariiklikud ministeeriumid (erinevus on vaid alluvuses!).

Üleliidulised tööstuslikud ministeeriumid alluvad NSV Liidu Ministrite Nõukogule, liiduvabariiklikud ministeeriumid aga vastava liiduvabariigi ministrite nõukogule kui ka NSV Liidu üleliidulisele ministeeriumile.

Vabariiklikud ministeeriumid on aga allutatud vahetult vastava liiduvabariigi ministrite nõukogule (NSVL Konst. § 68a, 86, 87, 88).

Mitte kõigis liiduvabariikides pole ühesugune arv ega ka ühesuguse struktuuriga tööstuslikke ministeeriume. Nii näit. Usbeki, Tadžiki, Turkmeeni ja Kirgiisi NSV-s puudub metsatööstuse ministeerium, Eesti NSV-s — tekstiiltööstuse ministeerium, kohaliku kütteainete ministeeriumi asemel on meil loodud põlevkivi- ja kee-

miatööstuse ministeerium jne. Vabariikliku ministeeriumina on meil veel ehituse ja ehitusmaterjalide tööstuse ministeerium ja rida mittetööstuslikke ministeeriume, nagu haridus-, sotsiaalkindlustuse ja kommunaalmajanduse ministeerium (ENSV Konst. § 48).

Tööstuslikud ministeeriumid on riigivalitsemise organeiks, juhtides teatavaid tööstusharusid. Teiselt poolt nad on ka majanduslikeks organeiks, millede ülesandeks on teostada isemajandamise printsiipi.

Majandusoperatsioonide teostamine aga otseselt ministeeriumi ülesannetesse ei kuulu ja nende sooritamine antakse tavalisesti erilistele isemajandamise alusel teotsevaile organeile, näit. turustusvarustuse peavalitsusele, kontorile jne.

Tööstusliku ministeeriumi eesotsas on minister, kes vastavalt NSV Liidu Konstitutsiooni § 72 ja 73 juhib temale allutatud tööstusharu, annab oma võimupiires kehtivate seaduste täitmiseks, samuti ka NSV Liidu Ministrite Nõukogu määruste ja korralduste alusel käskkirju ja juhendeid ning kontrollib nende täitmist.

Minister määrab ametisse peavalitsuste ja ministeeriumi osakondade kui ka trustide ja suuremate ettevõtete juhatajad.

Ministri juures asub ministeeriumi kolleegium, mis koosneb ministrist, tema asetäitjatest ja ministeeriumi vastutavaist töötajaist. Kolleegiumi ülesandeks on arutada vastava tööstusharu perspektiiv- ja aastaplaane, lahendada tähtsamaid operatiivküsimusi, teostada kaadrite valikut, ülesannete täitmise kontrolli jms.

Majandusaladel töötajate laiaulatuslikumaks mobiliseerimiseks, nii plaanide ettevalmistamise, nende koostamise ja arutamise otstarbeks kui ka üksikute tähtsamate korralduste suhtes seisukohavõtmiseks, on ministeeriumil nõukogu ja aktiiv.

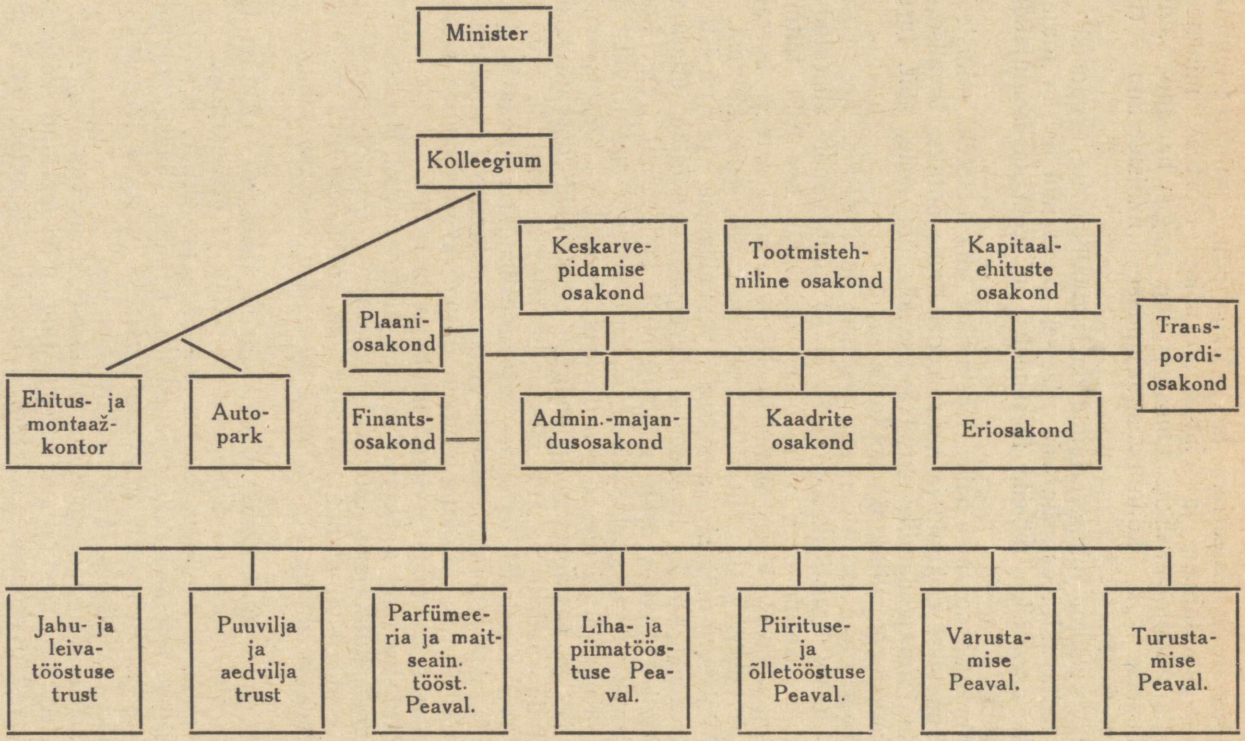
Ministeeriumi nõukogu koosneb ministeeriumi tähtsamaist vastutavaist juhatajaist, ettevõtete juhatajaist, insener-tehnilise personali esindajaist, stahhaanovlasist jne. Ministeeriumi nõukogu on koosseisult alaline organ, mille koosseisu kinnitab ministrite nõukogu.

Ministeeriumi aktiiv ei evi kindlat koosseisu. Aktiivi tähtsamaks ülesandeks on töötegevuse kriitika ja enesekriitika.

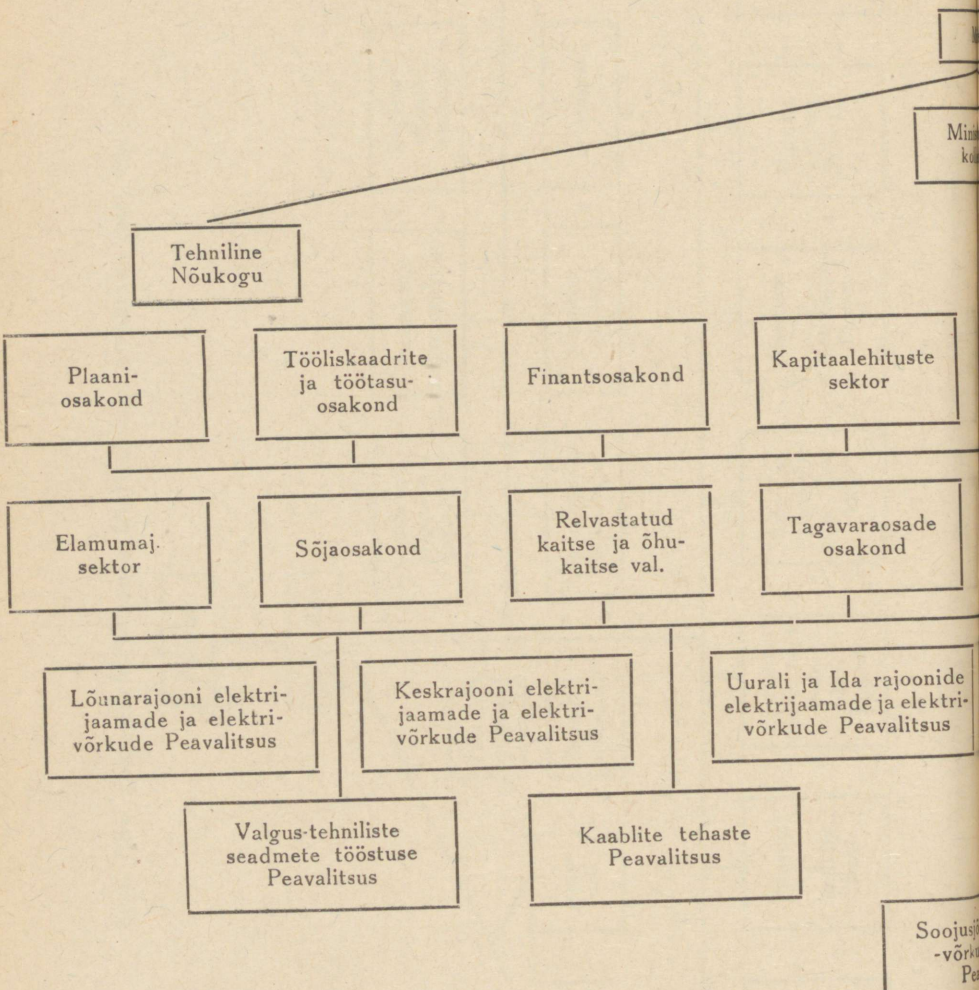
Tehniline nõukogu luuakse tehniliste projektide, eelarvete ekspertiiside teostamiseks, tööstusharu tehnilise baasi korraldavate juhiste ja korralduste ettevalmistamiseks, vastava teadusliku uurimistöö juhtimiseks ja kontrollimiseks jne.

Tööstusliku ministeeriumi põhiosadeks on aga vastavad tootmis-territoriaalsed peavalitsused ning ministeeriumi keskaparaati kuuluvad osakonnad ja sektorid. Paljud osakonnad, nagu plaani-,

Eesti NSV Toiduainete Tööstuse Ministeeriumi struktuur (mai 1947. a.).

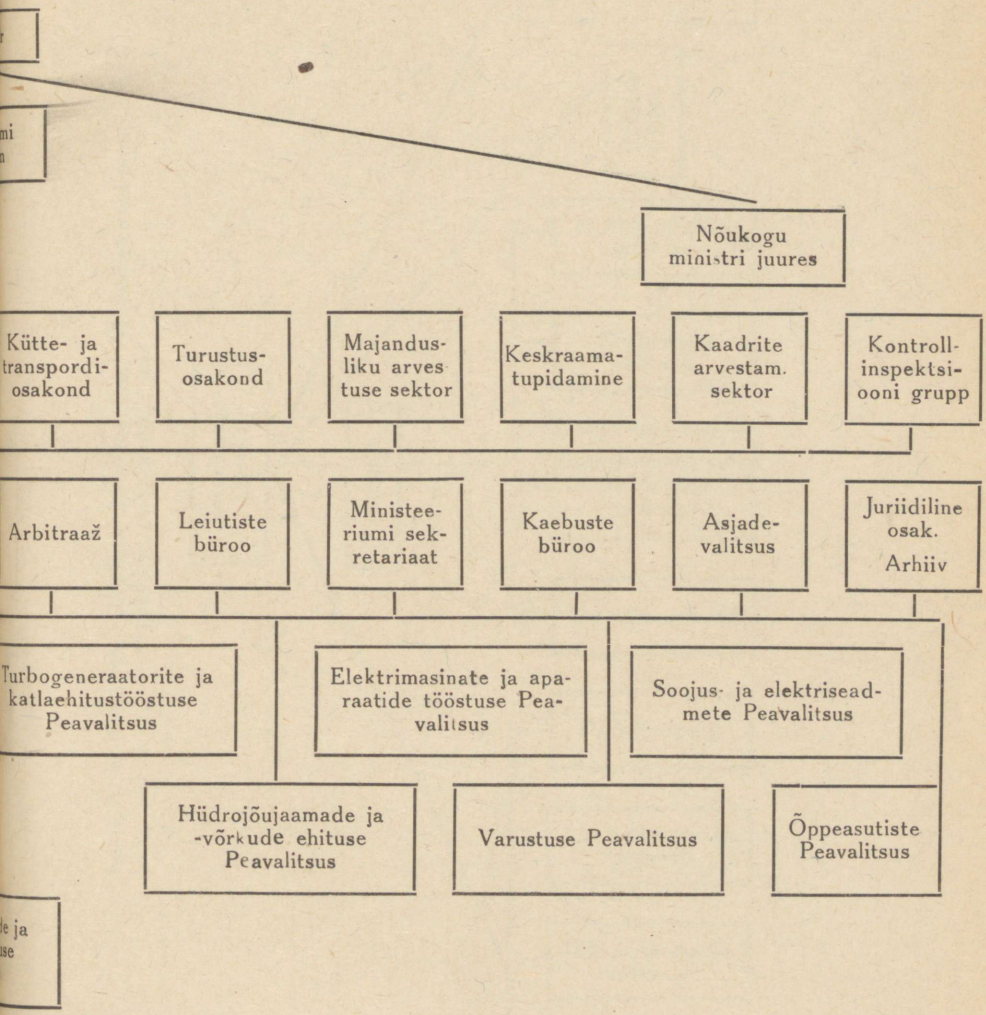


NSV Liidu Elektrijaamade ja El



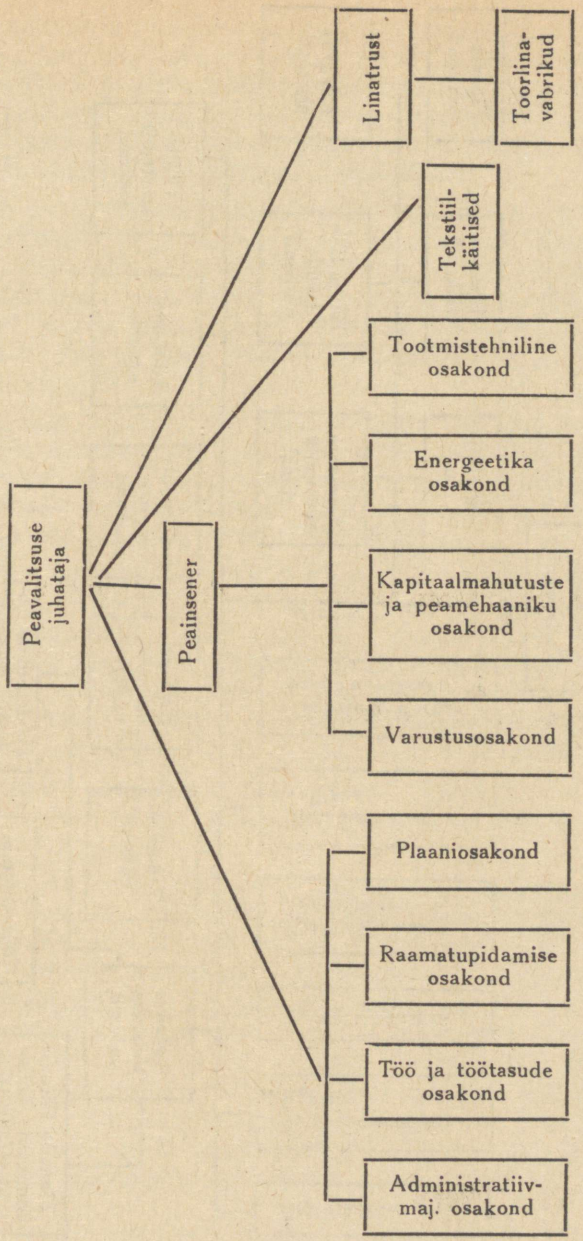
* Vrd. Е. Грановский и Б. Маркус, Экономика социалистическ

östuse Ministeeriumi struktuur.*

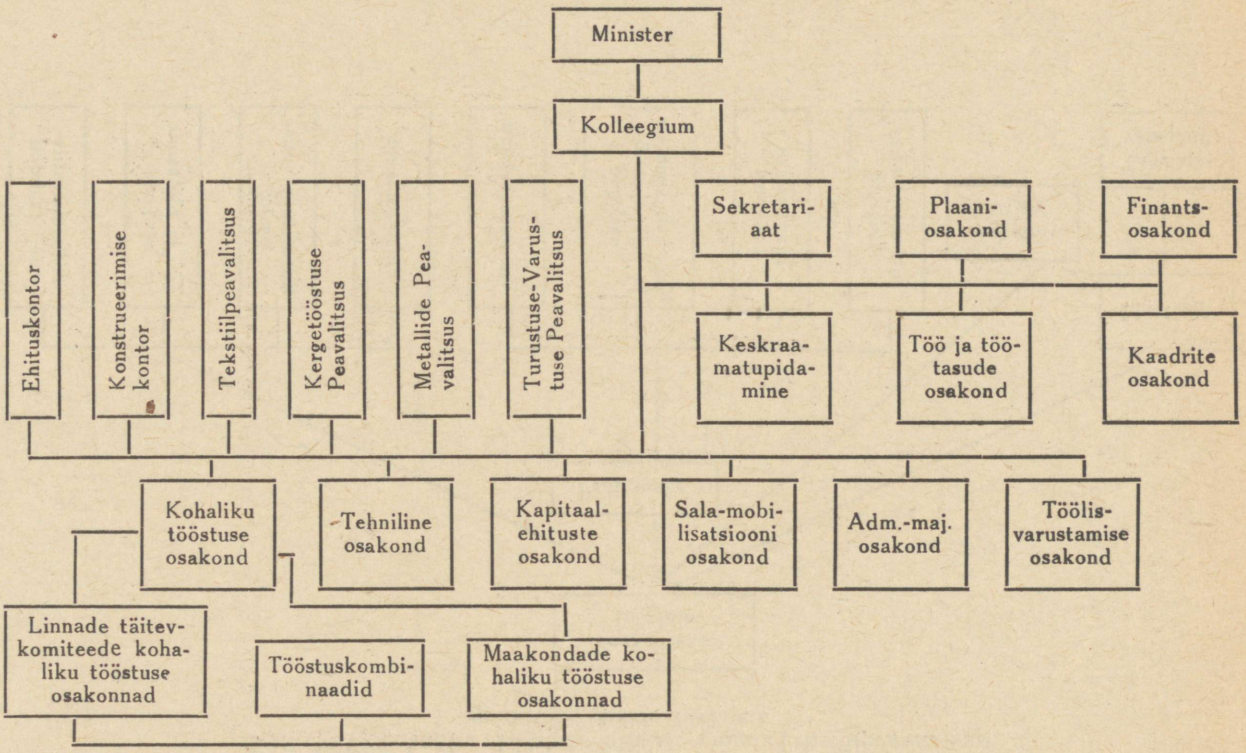


ышленности. Москва 1940, lk. 575.

Eesti NSV Kohaliku Tööstuse Ministeeriumi Tekstiilpeavalitsuse struktuur (märts 1947. a.).



ENSV kohaliku tööstuse juhtimise struktuur (märts 1947. a.).



finants-, kapitaalehituste jt. kui ka näit. turustuse-varustuse peavalitsus on funktsionaalsed organid. Need funktsionaalsed osakonnad, sektorid ja peavalitsused ei juhi tootmis-territoriaalseid peavalitsusi, vaid etendavad nende suhtes teenindavat ja abistavat osa, s. t. tootmis-territoriaalsed peavalitsused ei allu funktsionaalsetele osakondadele, vaid otseselt ainult ministrile.

Tootmis-territoriaalne tööstuslik peavalitsus on vastava ministeeriumi koosseisuliseks osaks, olles samaaegselt isemajandamise alusel tegutsevaks organisatsiooniks. Praegu evivad peaaegu kõik tööstusharud oma spetsialiseeritud peavalitsusi, sellepärast tuleb peavalitsust lugeda mitte ainult tööstuse juhtimise keskaparaadi operatiivseks osaks, vaid teatud tööstusharu organisatsioonilise eraldamise vormiks.

Peavalitsuse juhatajal on kõik vajalikud õigused peavalitsusele allutatud tööstusettevõtete juhtimiseks. Peavalitsusele on allutatud vahetult mitte üksnes ettevõtted, vaid sageli ka mõned administratiivsed kombinaadid ja trustid, mis moodustavad teatud vahelüli peavalitsuse juhataja ja ettevõtte vahel.

Juhtimise paljulülisuse likvideerimiseks enamikus tööstusharudes on suur osa truste kaotatud ja ettevõtted otseselt allutatud vastavale peavalitsusele. Seal aga, kus peavalitsusel tuleb juhtida väga komplitseeritud või territoriaalselt laialipaisatud tööstusharu, milles esineb rohkesti üksikettevõtteid, trustide ja kombinaatide olemasolu on täiesti õigustatud. Nii näit. esineb administratiivse kombinaadi vorm ja on levinud NSV Liidu kivisöe- ja naftatööstuses jne.

Tööstusliku peavalitsuse struktuur meenutab ministeeriumi struktuuri, kuid siin on funktsionaalsete osakondade osatähtsus juba palju väiksem.

Pärast partei XVII kongressi loodi liidu- ja autonoomseis vabariikides nn. kohaliku tööstuse rahvakomissariaadid (praegu ministeeriumid). Kohalik tööstus ei ole mingi erisugune tööstusharu, nagu näit. musta metallurgia, toiduainete jms. tööstus, vaid ta kujutab endast erilist organisatsioonivormi kohalike toor- ja kütteainete rakendamiseks kohalike organite initsiatiivi alusel rea tähtsamate toodete, nn. laiatarbekaupade tootmiseks. Partei XVII kongressil sm. Stalin oma aruandekõnes püstitas ülesande: «Anda vabad käed kohalikule nõukogude tööstusele, anda talle võimalus osutada oma initsiatiivi masskaupade tootmise alal ja anda talle võimalikku abi toorainete ja rahalise toetuse näol.» [16]

[16] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 394.

Kohaliku tööstuse organiseerimisega eraldati terve rida tööstusettevõtteid, mis varem allusid mitmesuguseile rahvakomissariaatidele, ja lülitati kohaliku tööstuse administratiivsesse struktuuri.

Olenevalt liiduvabariigi administratiivsest struktuurist, on kohaliku tööstuse juhtimise administratiivne struktuur üksikuis vabariiges erineva iseloomuga.

Vabariikliku alluvusega kohaliku tööstuse peavalitsused, trustid ja ettevõtted kuuluvad vastava liiduvabariigi kohaliku tööstuse ministeeriumi juhtimisele. Nende kõrval aga on olemas veel väga laiaulatuslik oblastite ja kraide kohaliku tööstuse kategooria, mis, olles vahetult vastava oblasti või krai täitevkomitee juhtimisel, allub samuti vastava liidu või autonoomse vabariigi kohaliku tööstuse ministeeriumile.

Linnalist ja maakondlikku tööstust juhitakse kohaliku tööstuse ministeeriumi poolt linnade, resp. maakondade täitevkomiteede kohaliku tööstuse osakondade kaudu. Rajoonilise alluvusega tööstust koondatakse nn. rajooni tööstuskombinaatidesse. Rajooni tööstuskombinaat allub vastava rajooni täitevkomitee tööstusosakonnale ja on isemajandatavaks administratiivorganiks, mille alla koondatakse vastava rajooni väga mitmekesised ja erinevad tööstusettevõtted, nagu veskid, meiereid, tellisetehased, jalanõude- ja rätsepa-töökojad, karastusjookide tehased jne.

b) Kooperatiivse tööstuse organiseerimise vormid.

Kooperatiivne tööstus on sotsialistliku tööstuse erinevaks vormiks, mille olemasolu on põhjendatud erinevusega riikliku ja kooperatiivse omandi vahel.

Kooperatiivne tööstus etendab erinevat osa, täiendades riiklikku tööstust olemasolevate väikeettevõtete rakendamisega kohalike majanduslike ressursside ärakasutamiseks.

Kooperatiivne tööstus esineb kolme süsteemi kujul:

1) Tööndusliku kooperatsiooni üleliidulise nõukogu süsteem, mida nimetatakse veel tööndusliikuks kooperatsiooniks kitsamas mõttes.

Tööndusliku kooperatsiooni üleliiduline nõukogu ei tegele operatiiv-majandusliku tegevusega; tema ülesandeks on tööndusliike kooperatiivide organisatsioonide koondamine ja nende huvide esindamine. Selle üleliidulise nõukogu liikmeiks on üksikute vabariikide tööndusliike kooperatiivide nõukogude liidud, mis osituvad omakorda oblastite, rajoonide (maakondade) või muude administratiivsete piirkondade järgi.

Tööndusliku kooperatsiooni põhiühikuks on artell, reaalseks arvestusühikuks aga ettevõte, kuna artell võib koosneda mitmest tööstuskäitisest.

2) Invaliidide kooperatsiooni süsteem.

3) Metsatööndusliku kooperatsiooni süsteem.

Kahe viimase struktuur on ühine esimese omaga, neid koondab ja juhib samuti tööndusliku kooperatsiooni üleliiduline nõukogu.

Kooperatiivne tööstus eksisteerib meil veel tarbijate, jahinduse ja kalanduse ning teiste kooperatsioonide süsteemidena.

Eriliseks kooperatsiooni vormiks on kolhooside tööndusliku ettevõtted, mis on seotud põllumajandusega ning millede peamiseks ülesandeks on põllumajanduslike toodete töötlemine.

c) Mittetööstuslike ministeeriumide tööstus.

Ülalpool loetletud sotsialistliku tööstuse vormid haaravad enda alla ca 90% N. Liidu tööstuse kogutoodangust. Ülejäänud ca 10% langeb aga mittetööstuslike ministeeriumide toodangule. Mittetööstuslikkude ministeeriumide hulka kuuluvad näit. teede-, jõe- ja merelaevanduse, side-, kaubandus-, haridus- jt. ministeeriumid, mis evivad tihti päris suuri tehaseid, vabrikuid, töökodasid jne.

4. Tööstusettevõtte direktori, peainseneri, meistrite jne. osatähtsus tootmise organiseerimisel.

Plaani täitmist tuleb organiseerida eeskätt tööstusettevõttes, kuna ettevõte on tööliskaadrite põhiliseks ja ammutamatuks allikaks ning plaani täitmise edukus oleneb üksikute tööstusettevõtete töötulemusist.

Seepärast tööstuse juhtimise süsteemi parendamise seisukohalt osutuvad määravateks teguriteks otstarbekohase töökorralduse organiseerimine, kvalifitseeritud kaadrite ettevalmistamine, varustusküsimuste õige lahendamine, töölistele ja insener-tehnilisele personalile tööks vajalikkude materiaalsete tingimuste loomine jne. igas üksikus tööstusettevõttes.

Tööstuse juhtimise praksises loetakse ettevõtteks säärast tootmisühikut, mis evib iseseisvat tootmis-finantsilist plaani, omab lõplikult väljakujunenud aruandluse süsteemi ning teostab isemajandamise põhimõtet.

Sellepärast on sotsialistliku tööstuse tootmistegevuse ja arvestuse põhiobjektiks iga tööstusettevõte (ÜK(b)P määrus 5. detsembrist 1929. a.).

Ettevõtte täisõiguslikuks peremeheks on selle direktor. Tema korralduses on kõik ettevõtte rahalised ja materiaalsed väärtused. Direktor määrab töökorra ettevõttes, jaotab ülesanded üksikute tsehhide, töökodade, osakondade ja töötajate vahel, teostab korralduste täitmise kontrolli ning vastutab täielikult ettevõtte töötulemuste, plaani täitmise, isemajandamise põhimõtete teostamise jne. eest.

Nende kõikide ülesannete vahetu teostamine osutub aga tihti üksikisikul võimatuks, sellepärast kõikides tööstusettevõtetes on direktoril tavaliselt veel asetäitjad, kelle kaudu ta teostab ainujuhtimise ja isemajandamise põhimõtteid.

Direktori esimeseks asetäitjaks ja alaliseks abiks on ettevõtte peainsener, kellele otseselt allutatakse terve rida funktsioone. Peainsenerile alluvad tavaliselt järgmised osakonnad: tootmis-tehniline osakond, konstruktorite büroo, peamehaaniku osakond, energeetika, ehituse, vahel transpordi jt. osakonnad.

Peainseneri ülesandeks on veel kontrollida tööstuse kogu masinapargi korrasolekut, masinate ja seadmete remondi õigeaegset teostamist, valvamine tehnoloogilise protsessi õiguspärasuse järele, tootmise ratsionaliseerimise, toodangu kvaliteedi tõstmise, omakulude vähendamise jms. eest võitlemine.

Peainsener on vastutav ettevõtte töötulemuste eest võrdselt ettevõtte direktoriga. Ettevõtte direktori teiseks alaliseks abiks on käitise pearaamatupidaja.

Pearaamatupidaja kohuseks on kogu primaarse ja bilansilise arvestuse organiseerimine ettevõtte ulatuses. Pearaamatupidaja määrab kulutuste ja akumulatsiooni suuruse, säästude allikad, inspekteerib kogu ettevõtte finantsilise tegevuse seaduspärasust ning vastutab võrdselt ettevõtte direktoriga finantsilise ja eelarvelise distsipliini täitmise eest.

Peainsenerile (tavaliselt tootmis-tehnilise osakonna kaudu) alluvates tsehhides ja töökodades ainuperemeheks on tsehhi juhataja. Tsehhi juhtimise alused on ühised tehase juhtimise omadega. Tsehhi juhataja on samasuguseks ainujuhtijaks tsehhis, nagu direktor tehases.

Tsehhi juhataja käsutuses on tavaliselt ühelt poolt tsehhi tehniline büroo, raamatupidamise, plaani- ja teised osakonnad, tsehhi mehaanik, normija, ökonomist jms., teiselt poolt aga vahetuste juhatajad, kellele omakorda on allutatud vahetuste meistrid, meistritele aga brigadiirid koos oma brigaadidega.

Meister on tootmisprotsessi vahetuks juhtijaks ja tegelikuks organiseerijaks. Meister vastutab tehnoloogilise protsessi normaalse kulgemise, masinate, seadmete ja tööriistade korrasoleku ja maksimaalse ärakasutamise ning plaaniliste normide täitmise eest.

Meister jagab ülesandeid töölistele, instrueerib neid, milleks ta peab ise sügavalt mõistma tehnoloogilist protsessi, peab õpetama ja kasvatama töölisi, õhutama neid sotsialistlikule võistlusele, plaaniliste normide ületamisele, sotsialistlikule töösse suhtumisele jne. Meister peab olema kogenud, autoriteetne ning organiseerimisvõimetega isik, sellepärast sobivad selleks kõige paremini löök-töölised, stahhaanovlased, kes oma püüdlikkuse, aktiivsuse, leidlikkuse ning intelligentsiga on tõestanud oma võimeid ja oskust ning võitnud tööliste austust ning lugupidamist.

5. Stahhaanovlik liikumine, töö, töödistsipliin ja tööproduktiivsuse tõstmise meetodid.

a) Stahhaanovlik liikumine.

Stahhaanovliku liikumise algatajaks oli Donetsi kaevur Aleksei Stahhaanov, kes ööl vastu 31. augustit 1935. a. tootis «Tsentralnoje Irimino» kaevanduses ühes vahetuses 102 t sütt, andes seega neliteist normi. Selle saavutusega sm. Stahhaanov rajas töölisklassi patriootliku liikumise — stahhaanovliku liikumise. Stahhaanovi eeskuju kutsus järgima teisi töötajaid ja peagi levis stahhaanovlik liikumine kiiresti kõigis rahvamajandusharudes.

Siis, kui sm. Stahhaanov laskus maa alla selleks, et hakata uut moodi töötama, ei võinud ta aimatagi, et juba järgmisel päeval teade ta saavutusest levib raadiolainetel üle kogu NSV Liidu ning et ta avab seega uue lehekülje või isegi uue peatüki NSV Liidu saavutuste ajaloos.

Sm. Stahhaanovi üleskutsele vastas oma töövõitudega terve rida töösangareid, kelle nimesid praegu tuntakse kogu Nõukogude Liidus. Need on: Moskva Ordžonikidze nimelise pinkidetehase freesija J. Gudov, Gorki autotehase sepp A. Bussõgin, Leningradi saapatehase «Skorohodi» tööline N. Smetanin, Donetsi raudtee vedurijuht P. Krivonoss ja terve rida teisi.

Seega haaras stahhaanovlus endasse kõik alad, kõik abinõud töö produktiivsuse tõstmiseks ja tööprotsesside ratsionaliseerimiseks. Ta on võimas seetõttu, et teda kannab suurearvuline ees-

rindlik tööliskond. Siin ei ole tegemist töö rappimisega rahateenimise otstarbel, vaid tõukejõuks on puht-revolutsiooniline töölise teadlikkus ja sotsialistliku ülesehitustöö ülesannete ja sihtide taotlemine. «... stahhaanovlik liikumine ... on näidiseks sellest kõrgest tööviljakusest, mida võib anda ainult sotsialism ja mida ei saa anda kapitalism». [17] «Selle tähtsus seisab veel selles, et see valmistab ette tingimusi sotsialismilt kommunismile üleminekuks.» [18]

Stahhaanovlik liikumine purustas aegunud tehnoloogilised normid ja ebaratsionaalsed tootmisviisid. Algas intensiivne töö organiseerimine, paremate meetodite loomine, eesrindliku tehnoloogia väljatöötamine, töövahendite täiustamine ja uute konstrueerimine. Koos sellega võtsid järjest suurema ulatuse üheaegselt mitmel masinal ja tööpingil tööleasumine, elukutsete ühendamine, luuninliku meetodi tarvituselevõtmine jne. Muutusid tõeks sm. Stalini poolt juba 4. mail 1935. a. Punaarmee Akadeemia aktusel öeldud prohvetlikud sõnad: «Tehnika nende inimestega eesotsas, kes on õppinud tehnikat valitsema, võib teha ja peab tegema imesid.» [19]

Igaüks, kes töötab kiiresti, pole kaugeltki veel stahhaanovlane. Kogu töösse suhtumine on stahhaanovlikus liikumises erinev tööst, kus töötatakse automaatselt, töö parendamise üle järele mõtlemata. Teiselt poolt on stahhaanovlik liikumine lahutamatult seotud uue tehnikaga tööstuses.

Sm. Stalin, puudutades stahhaanovliku liikumise tekkimise põhjusi, ütles, et neid on vähemalt neli [20]:

1) tööliste materiaalse olukorra põhjalik paranemine,
2) ekspluateerimise puudumine,
3) uue tehnika olemasolu,
4) tehnikat valitsevate kaadrite olemasolu.

Nii stahhaanovlik liikumine kui ka uus tehnika abistavad ja täiendavad teineteist. Teiselt poolt on stahhaanovlaste töösaavutused tõukeks uute masinate valmistamisele. Stahhaanovlaste osa masinate ja seadmete täiendamise alal on väga suur; stahhaanovlased on näidanud konstruktoreile, milliseid täiendusi on vaja masinate ja seadmete juures. Nii on stahhaanovlane peale ülesande täitja teataval määral ka töö organiseerija. Hinnates stahhaanovlasi kui uue tehnika pioneere, ütleb sm. Stalin: «... ainuüksi uue tehnikaga ei jõua kaugele ... Et uus tehnika võiks anda tulemusi, peab

[17] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 437.
[18] J. Stalin, sealsamas, lk. 437.
[19] J. Stalin, sealsamas, lk. 433.
[20] J. Stalin, sealsamas, lk. 441—442.

olema veel inimesi, mees- ja naistööliste kaadreid, kes on suutelised tehnika etteotsa astuma ja seda edasi viima... On arusaadav, et ilma selliste kaadriteta, ilma nende uute inimesteta meil ei oleks olnud mingit stahhaanovlikku liikumist.» [21]

Stahhaanovliku liikumise ja ratsionaliseerimise arendamiseks aitab veel palju kaasa üksikute tehaste vastavate kogemuste vastastikune vahetamine. See on üks tähtsamatest töö ratsionaliseerimise võimalustest, mis on võimalik ainult sotsialistlikus ühiskonnas, kuna kapitalistliku korra juures iga tehas hoiab teise eest saladuses oma töö protsessid ja detailid.

Meie maa asumisel rahuperioodi on stahhaanovlikul liikumisel eriti suured ülesanded meie rahvamajanduse taastamisel ja õitsengule viimisel.

b) Töö ja töödistsipliin.

«Sotsialism ja töö on teineteisest lahutamatud.» [22] Sotsialistlikus ühiskonnas kõik töövõimelised ühiskonnaliikmed on kohustatud töötama. Meie suur õpetaja Lenin ütles: «Kes ei tee tööd, see ei pea ka sööma.» [23] Need Lenini sõnad olid sihitud ekspluateerijate vastu, kes ise tööd ei tee, vaid sunnivad teisi töötama ja rikastuvad teiste arvel, kuna ekspluateerimisele rajatud ühiskonnakorras ei tööta tööline mitte ainult selle vajaliku tööaja, mille vältel ta loob väärtusi iseenda ja oma perekonna ülalpidamiseks, vaid ta töötab ka lisatööaja, mille kestel loodud väärtused lähevad ekspluateerija kasuks.

Sotsialism aga nõuab, et «inimesed töötaksid ausalt, töötaksid mitte teiste kasuks, mitte rikaste ning ekspluateerijate kasuks, vaid iseenda kasuks, ühiskonna kasuks». [24] Sellepärast Stalinliku Konstitutsiooni § 12 ütleb: «Töö on NSV Liidus iga töövõimelise kodaniku kohuseks ja auasjaks — põhimõttel: «kes ei tee tööd, see ei pea ka sööma»» [25] (vrd. ENSV Konst. § 12!).

Töö üldkohuslikkus on lahutamatult seotud õigusega tööle. Üldine töökohustus ja kindlustus tööle on sotsialismi suuremaid saavutusi (NSVL Konst. § 118, ENSV Konst. § 90). Nõukogude Liidus on likvideeritud ekspluateerivad klassid ja kaotatud tööpuudus, mis on kapitalistlikus ühiskonnas nuhtluseks miljoneile töölistele, määrates nad näljale ja viletsusele.

---

[21] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 442.
[22] J. Stalin, sealsamas, lk. 369.
[23] J. Stalin, sealsamas, lk. 369.
[24] J. Stalin, sealsamas, lk. 369, 370.
[25] NSVL Konstitutsioon. Tallinn 1946, lk. 42.

Töö ühiskondliku organisatsiooni tähtsamaks iseärasuseks NSV Liidus on sotsialistlik töödistsipliin.

Kapitalistlikus ühiskonnas on töödistsipliin vahendiks, mille abil teostatakse rahva suure enamiku rõhumist ja ekspluateerimist väikese ekspluataatorite rühma poolt. See on julm distsipliin, mis sunnib näljasurma ähvardusel alistuma töötavaid rahvamasse.

Sotsialistlik töödistsipliin on sotsialistliku korra kindlustamise vahendiks, ta väljendab uusi ühiskondlikke suhteid — ekspluateerimisest vabade töötajate seltsimeheliku koostöö ja vastastikuse abistamise suhteid.

See on täiesti uus distsipliin, töötajate endi teadlik distsipliin, kes on organiseerunud sotsialistlikuks riigiks.

Sotsialistlikku distsipliini teostatakse esmajoones töötajate veenmise ja kasvatamise teel. Sotsialistlik töödistsipliin rajaneb töötajate materiaalsele huvile, parimate töötajate materiaalsele ergutamisele. Kuid piirduda ainult veenmis-, kasvatamis- ja ergutamismeetoditega ei saa. Nende meetodite kõrval tuleb pidada võitlust distsipliini rikkujatega ka sundimisvahendite abil. Selle sundimise baasiks on usaldus ja toetus parteile töölisklassi enamiku poolt ja seda rakendatakse vähemiku suhtes, kui on suudetud veenda enamikku.

Sm. Lenin nõudis igaühe kohtulikule vastutusele võtmist ja halastamatut karistamist, kes rikub töödistsipliini; tema õpetas, et võitlust distsiplineerimatuse ja lodevusega ei tule pidada ainult propaganda ja agitatsiooni abil, ainult sotsialistlike võistluste organiseerimisega ja organisaatorite määramisega, vaid võitlust tuleb pidada ka sundimise teel.

Sotsialistliku töödistsipliini kindlustamise küsimustele osutab suurt tähelepanu ka sm. Stalin. Juba 1926. a. Leningradi parteiorganisatsiooni aktiivi koosolekul ta ütles: «Meil on lõpuks tarvis teostada kampaaniat töölt puudumise kaotamise eest tehaseis ja vabrikuis, tööjõudluse tõstmise eest, töödistsipliini kindlustamise eest meie ettevõtteis.» [26]

Seega tuleb töödistsipliini osas tagada ilma kaaluvate põhjuseta töölt puudumiste ja tööle hilinemiste likvideerimist. See eeldab tööle tuleku ja töölt lahkumise ranget kontrolli. Edasi tuleb otsustavalt võidelda omavoliliste ülejooksmiste vastu ühest ettevõttest teise, mis desorganiseerides käitise töökorraldust, vähendab oluliselt ülejooksja ja teiste tööliste tööviljakust. Tuleb tagada, et iga töötaja kulutaks kogu normaaltööpäeva, s. o. 480 minutit

[26] „Rahva Hääl". Sotsialistlikust töödistsipliinist. 25. apr. 1946, nr. 98 (1016).

tööks, ei tegeleks kõrvaliste asjadega ega looderdaks. Administratsioon aga peab omalt poolt kõrvaldama kõik põhjused tööseisakute tekkimiseks.

Pärast Suure Isamaasõja võidukat lõppu andis NSVL Rahvakomissaride Nõukogu 21. juunil 1945. a. määruse ettevõtete tööliste, insener-tehniliste töötajate ja teenistujate töö üleviimise kohta normaaltööpäevale.

NSV Liidu Ülemnõukogu 26. juuni 1940. a. seadluse ja ENSV Rahvakomissaride Nõukogu vastava määruse kohaselt tööpäeva pikkuse kohta kehtib meil ENSV-s kõigi töötajate kohta 8-tunnine tööpäev, s. o. tööaeg, millal töötaja on kohustatud ettevõttes või asutises töötama.

Kapitalismi koidikul kehtis 12—16-tunnine ja isegi pikem tööpäev, töötati öösel ja isegi alaealistega. Alles pärast vaevarikast organiseerimistööd õnnestus töölisklassil streikide ja vastuhakkude korraldamise tagajärjel saavutada kapitalistidelt järeleandmisi.

Kaasaegne kapitalistlike maade tööaega käsitlev seadusandlus omab nii ajaliselt kui ka ruumiliselt äärmiselt mitmekesist pilti — lühem normaaltööpäev kehtib ainult seal, kus töölisklass on tugevamini organiseeritud. Seadused näevad ette pika loendi, missuguste tööstusharude ja riigi osade kohta seadus kehtib, või igaühele neist on antud koguni eri seadus. Ainult sotsialistlikus riigis annab seadus kõigile töölistele ühesuguse tööaja korralduse. Sellepärast puudutades normaaltööpäeva sisseseadmise küsimust NSV Liidus, ütleb sm. Stalin: «Ei saa olla mingit kahtlust, et see on üks kõige revolutsioonilisemaid üritusi, mis meie partei on viimasel ajal teostanud.» [27]

c) Tööproduktiivsuse tõstmise meetodid.

Sm. Stalin ütleb, et sotsialism võib võita ainult kõrge tööviljakuse alusel, «ühiskonna kõigi liikmete jõuka ja kultuurse elu alusel. Kuid selleks, et sotsialism selle oma eesmärgi võiks saavutada ..., peab riigis olema niisugune tööviljakus, mis ületab eesrindlike kapitalistlike maade tööviljakuse». [28]

Sel ajal, kui kapitalistlikes mais valitses suur tööstuskriis (1931.—32. a.), mis tõi kaasa mitmeid miljoneid töötuid ülemaailmses ulatuses, asus Nõukogude Liit tööstuse rekonstrueerimisele, s. o. tööstusliku tootmise sihikindlale arendamisele, kuna sotsialistlik majandussüsteem ei tunne kriise ega depressioone.

---

[27] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 229.
[28] J. Stalin, sealsamas, lk. 437.

Tööstuse edaspidist arengut ja tööviljakuse kasvu soodustas põllumajanduse kollektiviseerimine, mis lõi uue olukorra. Selle olukorra ajaloolise tähtsusega tingimusi, mis kannavad tööproduktiivsuse tõstmise eest võitluse iseloomu, tuntakse Nõukogude ajaloos sm. Stalini poolt 23. juunil 1931. a. püstitatud kuue tingimusena [29]:

1. Organiseeritult värvata tööjõudu lepingute korras kolhoosidega, mehhaniseerida tööd. See tähendab, et tööjõudu tuleb värvata organiseeritult. lepingute alusel kolhoosidega. Selle tingimuse peapõhjusteks osutuvad:

a) tööpuuduse likvideerimine, s. o. tööturule survet avaldava teguri likvideerimine, kuna enne — tööpuuduse tõttu — maamees oli valmis maalt põgenema ükskõik kuhu, et aga saada mingit tööd;

b) põllumajanduse kollektiviseerimine ja kulakluse likvideerimine — nõukogude küla varustati tuhandete traktorite ja põllutöömasinatega, kulaklus kui klass likvideeriti, organiseeriti kolhoosid jne.

2. Likvideerida tööjõu voolavus, kaotada võrdsustamine, korrastada õigesti töötasu, parandada tööliste heaolu tingimusi.

Varem, kui tööstuste tehniline sisustus oli lihtne ja tootmise ulatus väike, siis võis veel teataval määral sallida tööjõu voolavust ühest ettevõttest teise. Sotsialistliku tööstuse hoogsa rekonstrueerimisega, mil tootmise mõõted muutusid hiiglaslikeks ja tehniline sisustus äärmiselt keerukaks, osutus tööjõu voolavus käitise töökorraldust desorganiseerivaks ja tootmisplaanide täitmist pidurdavaks jõuks.

Tööjõu voolavuse peapõhjuseks on olnud töötasu ebaõige tarifitseerimine — võrdsustamine. Võrdsustamine põhjustas seda, et kvalifitseeritud tööline oli sunnitud rändama käitisest käitisse, et leida lõpuks niisugune ettevõte, kus osatakse väärilselt hinnata kvalifitseeritud tööd. Tööliste sidumiseks käitisega on veel vajalik tööliste varustamise ja korteritingimuste edaspidine parandamine; siin tuleb lähtuda mitte minevikust, vaid tööliste kasvavatest tarvidustest olevikus.

3. Likvideerida isiklik vastutamatus, parandada töö organisatsiooni, õigesti paigutada tööjõudu ettevõtteis.

---

[29] J. Stalin, Leninismi küsimusi. Tallinn 1945, lk. 293—306.

See ülesanne oli tingitud tootmise alal saavutatud hiiglaslikest mõõdetest kui ka vajadusest maksimaalselt tõsta tööproduktiivsust ja toodangu kvaliteeti, mida on aga võimatu saavutada ilma tööorganisatsiooni parandamiseta.

Isiklik vastutamatus tootmise juhtimises osutus nõukogude töötusele tema grandioossete tootmismõõdete juures nuhtluseks, ähvardades laostada kõiki tootmise ja organisatsioonilisi saavutusi.

Vastutamatuse peamiseks põhjuseks oli kollegiaalne juhtimine, mis võimaldas ülesannete ühelt isikult teisele veeretamist. . Teiselt poolt oli vastutamatus tingitud tootmise funktsionaalse juhtimise süsteemist (vt. lk. 399).

4. Nõukogude Liidu töölisklass peab ęvima oma tootmistehnilist intelligentsi.

NSV Liidu sotsialistliku industrialiseerimise kava teostamine on nõudnud uute insener-tehniliste jõudude formeerimist. Ükski valitsev klass ei ole toime tulnud ilma oma intelligentsita, ka Nõukogude Liit, jõudnud säärasesse arenemisfaasi, pidi endale looma omaenda tootmis-tehnilise intelligentsi, kes oleks suuteline tootmises kaitsma valitseva, s. o. töölisklassi huve.

5. Muuta suhtumine vana koolkonna insener-tehnilistesse jõududesse, osutades neile suuremat tähelepanu ja hoolitsust, julgemini neid tööle kaasa tõmmata.

Klassivõitluse teravnemise ajastul vana tehnilise intelligentsi kõige kvalifitseeritum osa oli nakatatud kahjustustõvest. Ühed kahjustasid, teised varjasid kahjureid jne. On arusaadav, et Nõukogude võim võis sellises olukorras vana tehnilise intelligentsi suhtes praktiseerida vaid ühtainsat, s. o. aktiivsete kahjurite purustamise poliitikat.

Uus olukord lõi uued meeleolud vana tehnilise intelligentsi hulgas, teatav osa sellest intelligentsist, kes varem kaasa tundis kahjuritele, pöördus Nõukogude võimu poole. Vana tehnilise intelligentsi Nõukogude võimu poole pöördumise perioodil tuli muuta ka suhtumist temasse: purukslöömis-poliitika asendati vana tehnilise intelligentsi tööle kaasatõmbamise ja tema eest hoolitsemise poliitikaga.

6. Rakendada ja kõvendada isemajandamist, tõsta tööstuse sisemist akumulatsiooni.

See ülesanne tulenes kõigepealt sellest, et laiaulatuslikeks ehitustöödeks üldse, tööstuse varustamiseks kaasaegse tehnikaga ja põllumajandusliku suurtööstuse loomiseks ei piisanud enam endi-

sist akumulatsiooniallikaist ega ka eelarvelisest akumulatsioonist. Osutus vajalikuks, et just rasketööstus ise ja tema kandvam haru masinaehitustööstus samuti võimaldaks akumulatsiooni. Siin tuli leida akumulatsiooni allikad isemajandamise alusel, millega taotleti ebaökonoomsuse kaotamist, tööstuse sisemiste ressursside mobiliseerimist, isemajandamise rakendamist ja kõvendamist kõigis käitistes, omahinna süstemaatilist alandamist, tööstuse sisemise akumulatsiooni suurendamist eranditult kõigis tööstusharudes jne.

Nende kuue tingimuse täitmise taotlemine teisel viisaastakul kindlustas töötootlikkuse plaani täitmist ja selle tunduvat ületamist esimese viisaastakuga võrreldes. Nii näiteks, kui töötootlikkuse kasv esimesel viisaastakul moodustas 41%, siis teise viisaastaku plaanilises ülesandes olles 63%, suurenes töötootlikkus teise viisaastaku lõpuks 82%-le.

Võitlus tööproduktiivsuse eest on sotsialistliku tootmise organiseerimise tähtsamaks ülesandeks. Töötootlikkus on tööliste poolt kindla ajaühiku vältel toodetud hüviste kogus. Töötootlikkus kasvab, kui sama tööliste arvu korral toodang suureneb, ja vastupidi — tööstustoodangu vähenemine samadel tingimustel tähendab töötootlikkuse langust. Kuid töötootlikkus ei olene ainuüksi tööliste arvust ja nende kvalifikatsioonist, vaid ka paljudest teistest tegureist.

Mida suurem on tööprotsessis töölise füüsiliste ja vaimsete jõudude pingutus, seda intensiivsem on töö; teiselt poolt töötootlikkus oleneb suuresti veel tootmisprotsessi mehhaniseerimise astmest, s. t., mida intensiivsem on töö, mida rohkem on tootmisvahendeid, mida täiuslikumad nad on, seda kõrgem on töötootlikkus.

Töötootlikkust võib suurendada veel rea teiste abinõudega, näiteks sotsialistliku töödistsipliini süvendamise, õiglase töötasu süsteemi sisseseadmise, kvalifitseeritud kaadrite ettevalmistamise, sotsiaalkindlustuse süsteemi parandamisega jms.

Esmajärguline tähtsus on aga seejuures tööjõu voolavuse likvideerimisel, kuna tööjõu voolavus desorganiseerib töödistsipliini ja alandab tunduvalt tööjõudlust.

Siirdudes ühest käitisest teise, on tööline paratamatult sunnitud kohanema uute töövõtetega, tehnoloogilise protsessi iseärasustega jne.; mõnes tööstusharus vajab tööline selleks 4—6 kuud. Selletõttu nii ülejooksikud kui ka uued töölised, kellega lahkunud töölisi asendatakse, annavad tavaliselt esimeste kuude vältel mahult väga väikest ja mihuselt väga keskpärast toodangut; see asjaolu vähendab ka käitise alalise tööliskaadri tööviljakust ja seega ka nende teenistust.

Veel 1938. a. oli tööjõu voolavus nõukogude tööstuses väga suur; nii näiteks 1938. a. I kvartalis vahetas töökohta 16,8% kogu NSVL tööstuse tööliste üldarvust, sama aasta II kvartalis see arv suurenes 18,3%-le, III kvartalis aga 21,0%-le jne.

Tööjõu voolavuse, töölt puudumise, tööle hilinemise jne. rahvamajanduslik kahju on olnud äärmiselt suur; näit. 1937. a. ligikaudsete arvestuste järgi need kaod ületasid 800 miljonit rubla.

Töödistsipliini kõvendamiseks ning töödesorganiseerijate vastu võitlemiseks andis 26. juulil 1940. a. NSV Liidu Ülemnõukogu Presiidium seadluse, mis peegeldab uut etappi töödistsipliini eest võitlemisel ning väljendab meie riigi kõigi ausate töötajate tahet. Seadlus keelab töötajail omavolilise, ilma administratsiooni loata, töölt lahkumise, kuna aga töölt puudujate suhtes rakendatakse trahvi- ja kohtulikule vastutusele võtmise süsteemi.

Ka neljas stalinlik «viie aasta plaan näeb ette tööjõudluse suurendamist tööstuses ajavahemikus 1946.—1950. a. sõjaeelse tasemega võrreldes 36% võrra, mida saavutatakse tööliste tehniliste seadmetega varustamise umbes poolteistkordse suurendamise arvel, tööliste ja insener-tehniliste kaadrite kvalifikatsiooni tõstmise ulatusliku programmi teostamise ja 8-tunnilise tööpäeva täieliku ärakasutamise arvel». [30]

Lenini-Stalini õpetus sotsialistlikust tööorganisatsioonist lähtub sellest põhimõttest, et «tööproduktiivsus on lõppeks kõige olulisem, kõige tähtsam tegur uue ühiskondliku korra võiduks». [31] Sellepärast tööproduktiivsuse pidev kasv on ja jääb sotsialistliku revolutsiooni tähtsamaks majanduslikuks ja poliitiliseks ülesandeks.

Tootmise arendamise ja töö organiseerimise põhiprintsiibiks on eeskätt tööjaotus, kusjuures masintootmise arenemise ning masinate, mehhanismide ja tööriistade spetsialiseerumisega on tekkinud terve rida uusi tööjaotuse vorme.

Tööjaotus ühe kindla tehnoloogilise protsessi ulatuses võib olla väga erinev, olenevalt töölise poolt tööprotsessis soovitatavaist toiminguist kui ka nende iseloomu erinevusist.

Laialdase tööjaotuse läbiviimine võimaldab tõsta masinate, tööpinkide, seadmete jms. jõudlust, vabastada kvalifitseeritud töölist kvalifitseerimata tööst, üleminekut suurema masinate arvu teenindamisele ühe töölise poolt jne., millega saavutatakse töö tihendamist ja seega töötootlikkuse kasvu.

---

[30] N. Voznessenski. NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946—1950. Tallinn 1946, lk. 11—12.

[31] V. Lenin. Teosed, XXIV kd., lk. 342.

Töötootlikkuse tõstmiseks on terve rida teaduslikult põhjendatud meetodeid; siia kuuluvad: 1) tööjaotus, 2) tööpäeva tihendamine, 3) mehhanismide arvu suurendamine ühe töölise kohta, 4) töökoha ratsionaliseerimine, 5) töövõtete ratsionaliseerimine jne.

Tööjaotus säästab ühelt tööprotsessilt teisele üleminekuks vajalikku aega, teiselt poolt aga, kuna tööjaotuse korral teatavad kindlad tööoperatsioonid sooritatakse pidevalt ühe ja sama töölise poolt, siis säärane spetsialiseerumine tõstab töölise vilumust ja seega ka töö intensiivsust.

Tööjaotust võib teostada tootmismahu, tootmisprotsessi üksikute tsüklite, tootmisprotsessi komplitseerituse jne. järgi. Tööjaotuse efektiivsemaks meetodiks on aga osutunud abifunktsioonide eraldamine põhifunktsioonidest. See tööjaotuse meetod on põhjustanud väga laialdase abistava tootmistehnilise baasi loomist ning rohkearvulise teenindava personali rakendamist tööstuskäitiste ja nende tsehhide tootmisprotsessidesse.

Stahhaanovlaste töökogemused näitavad, et just abifunktsioonide eraldamisega põhifunktsioonidest on võimalik saavutada eriti kõrget töötootlikkust, kuna see võimaldab kvalifitseeritud töölisel tegutseda kogu tööpäeva jooksul ainult oma põhiülesannetega (Stahhaanov, Vinogradova jt.), abifunktsioonid aga, mis ei nõua erilist oskust ega vilumust, jäävad sooritada kvalifitseerimata, s. o. lihttöölistele.

Abifunktsioonide eraldamist põhifunktsioonidest tuleb aga toimetada ettevaatlikult ja teadlikult, sest et üksikute tööoperatsioonide ja funktsioonide liigne killustamine võib põhjustada masinapargi alarakendamist ja tööpäeva puudulikku ärakasutamist.

Tööjaotus kui tootlikkuse kasvu tegur on orgaaniliselt seotud töö ja tootmisprotsesside (tööpäeva ja tootmisjõudude) tihendamisega. Tööpäeva ja tootmisjõudude tihendamine võib toimuda kahes suunas — ajaliselt ja ruumiliselt.

Ajatihendus tähendab üksikute tootmistsüklite võimalikku lühendamist. Ajatihenduse ülesandeks on üksikute tootmisfaaside asetamine käitise tootmisprotsessi tehnoloogilisse järjestusse. Ajatihenduse ajakohaseks väljenduseks on vooltootmine ja tööprotsesside automatiseerimine.

Ruumitihenduse all mõistetakse aga üksikute ruumiliselt eraldatud tööprotsesside, seadmete jne. lähendamist, näit. seadmete ratsionaalset ruumilist paigutust, üksikute töökohtade vastastikust lähendamist, poolfabrikaatide töötlemise vastassuunaliste vooluste vältimist jne.

Töökoha ratsionaalne organiseerimine eeldab, et igal töötajal peaks olema oma kindel töökoht. Põhinõudeks on töölise täielik

vastutus temale usaldatud seadmete, tööriistade jms. korrasoleku ja tööülesannete korraliku täitmise eest. Tööstuskäitise masinapark peab olema alati korras, teda peab säilitatama piinlikus puhtuses, sest et hooletusse jäetud masinad ja seadmed lähevad tihti rikki, põhjustavad tööseisakuid ja alandavad seega töötootlikkust ning valmistoodangu kvaliteeti. Töökoha ratsionaalne organiseerimine tähendab veel liigsete, tööd takistavate liigutuste vältimist, liigutuste tihendamist jne.

Tööjõu paigutus käitises avaldab väga suurt mõju töötajate tootlikkusele ning on olenev käitise tehnoloogilistest protsessidest, nende iseärasustest, käitise mehhaniseerimise astmest jne. Iga tööline peab tundma ennast omas töökohas võimalikult mugavana, tema kehahoid, seisak ja liigutused peavad olema täpselt arvestatud ja vastama tehnoloogilise protsessi vajadustele. On nõutav töökoha piinlik puhtus; igal tööriistal, töödeldavail esemetel jne. peab olema oma kindel koht; tooraine, abimaterjal jms. peab olema käepärast; töötamisel tuleb hoiduda vastassuunalistest liigutustest; töökoht olgu ühtlaselt ja küllaldaselt valgustatud nii päeval kui ka pimedal ajal jne. jne.

Igasuguse tootmisprotsessi organiseerimisel töökoha ja töövõtete ratsionaliseerimine on tihedalt seotud töökaitse ja ohutustehnika nõuete täitmisega.

Vähemalt ühe kolmandiku ööpäevast veedab tööline oma töökohal. See on küllalt pikk aeg, et selle ebatervislik keskkond ja atmosfäärilised tingimused võivad negatiivselt mõjutada seal viibija tervislikku seisukorda ning vähendada tema suutlikkust tööks.

Sellelt seisukohalt lähtudes peab pidama visa ja plaanikindlat võitlust õigete ning tervislike töötingimuste loomiseks. Samuti võivad sagedased õnnetusjuhtumid ja haigestumised segada tootmisalaseid kalkulatsioone ja siingi tuleb otsustavalt tegutseda nende minimaalseks-muutmiseks. Nii ohutus- kui ka sanitaartehnika on alad, mis töölise elu ja tervise kaitse kõrval tähendavad ka terveid aluseid kogu plaanimajandusele ning millele tuleb osutada jätkuvalt tähelepanu.

Töökaitse-abinõude hulka kuuluvad:

a) Puhtuse organiseerimine ja säilitamine tsehhides, töökodades ning teistes töö- ja abiruumides.

Räpased, koristamata tööruumid, tööprotsessi korraldamatus jne. mõjuvad töölise meeleolule masendavalt, ja vastupidi — puh-

tus ja kord soodustavad töötootlikkuse kasvu, toodangu kvaliteedi paranemist ja on kõrge töökultuuri tunnuseks.

b) Õhuvahetuse organiseerimine tööruumides.

Tööruumide korralik loomulik tuulutamine või ventileerimine on samuti tervislike töötingimuste loomise tähtsamaid nõudeid. Tuleb hoolitseda ka tööks ja tootmisprotsessideks vajalike ruumide õhu temperatuuri pideva säilitamise eest igas olukorras ja aastaajal. Ka need abinõud tõstavad tunduvalt töötootlikkust, kuna töötades normaalsetes atmosfäärilistes tingimusis, tööline ei väsi nii ruttu.

c) Otstarbeka valgustuse organiseerimine.

Tänapäeva tehniline areng seab järjest suuremaid nõudeid ka valgustustehnilisel alal. Ei ole sugugi ükskõik, kuidas kantselei-, töö-, käitisruumid jne. on valgustatud. Valgustusseadme projekteerimisel ja ehitamisel nõutakse, et valgustus oleks küllaldane ja võimalikult ühtlane ja et valgustus ei pimestaks silmi. Seega on otstarbeka valgustussüsteemi ülesandeks luua nii tööruumides üldse kui ka üksikutes töökohtades ratsionaalset, nägemist mitte väsitavat, kuid tööks täiesti küllaldast valgustusseadet.

Ruumide valgustamisel jäetakse tihti tähele panemata seinte ja lagede värvus, õigemini nende valguse reflekteerimise võime. On ju ilmselt selge, et ruumis, mille seinad on värvitud tumedais toonides, on võrdlemisi pime.

Sellepärast on soovitav pidevalt valgendada tööruumide seinu ja lagesid. Lumivalge värvus aga väsitab nägemist, sellepärast seinte ja lagede värvimisel eelistatakse hele-rohelist, hele-kollast, halle ja teisi sarnaseid värve. Ruumide remontimist tuleb teostada mitte siis, kui see on ilmselt hädavajalik, vaid palju varem, kuna tolm, tahm, suits jms., mis aja jooksul koguneb tööruumide seintele, tunduvalt vähendab valguskiirte peegeldamisvõimet. Vastavad arvutused näitavad, et mitteõigeaegsest remondist tingitud valguse puudulikkuse kahjud ületavad mitmekordselt nende ruumide värvimiskulusid.

Ka valgustuse ebaühtlus on üheks sagedaseks tööruumide puuduseks, olles tingitud tavaliselt kas kokkuhoiust ebaõigel kohal valgustusseadme ehitamisel või valgustusseadme projektija asjatundmatusest. Tihti leiame ka pimestavaid valgustusallikaid, mis häirivad töötajate nägemist. Sellest seisukohast on tähtis lambivarju õige valik, sest et kui hõõglambist kiirgav valgus langeb enne valgustatavale pinnale ja alles sealt põrkab silma, on valgustuse mõju silmale rahulik ja nägemist mitteväsitav.

Heledal pinnal on mustus nähtavam, sellepärast on viimasel ajal hakatud värvima masinaid, seadmeid jne. heledamaisse toonidesse, kuna sellega saavutatakse esiteks valguse kiirte suuremat

reflekteerimist, teiseks aga suurema puhtuse säilitamise võimalust tööruumides.

Ruumide valgustamise süsteeme on mitu: näiteks nn. «üldine valgustamissüsteem» tähendab valgustusseadmete sellist asetust, mis võimaldab kogu tööruumi ühtlast valgustamist; «kohaliku valgustamissüsteemi» korral langeb pearõhk aga üksikute töökohtade, s. o. masinate, tööpinkide jms. valgustamisele. Tegelikult rohkem kasutatav on nn. «kombineeritud valgustamissüsteem», mis koosneb kahe eelmise süsteemi mitmekesiste ühendamisvõimaluste rakendamisest. Suurt tähtsust evib veel tagavara-valgustus. Tagavara-valgustusvõrgu varustamine elektrienergiaga peab toimuma väljaspool käitist, näit. linna elektrijaamalt, tagavarapatareist jne. Tagavara-valgustuse olemasolul käitis on garanteeritud, et igasuguste rikete, avariide ja õnnetusjuhtumite korral tööruumid ei jää pimedusse, ei teki paanikat, liigseid ohvreid jne.

Tuleb alati meeles pidada, et tööruumide õige ja ratsionaalne valgustamine vähendab tööliste väsimust ja õnnetusjuhtumite võimalusi ning tõstab töötootlikkust ja valmistoodangu mihust.

d) Teised töökaitse-abinõud.

Ülalmainitud töökaitse-abinõude loetelu ei ole kaugeltki veel täielik, sellepärast märgime siinkohal veel teisi töökaitse-vahendeid, milledel, lähtudes tööliste tervislikust seisukohast kui ka töötootlikkuse suurendamise vaatekohalt, on väga suur tähtsus, näiteks:

a) masinate ja seadmete mürina kõrvaldamine, b) korraliku ühistoitlustamise korraldamine, c) töötajate pidev varustamine keedetud joogiveega, d) pesemis- ja duširuumide korraldamine, e) vastavate riietehoidmisruumide eraldamine, f) esmaabipunkti sisseseadmine jne.

Ohutustehnika.

Ohutustehnika põhinõuded seisavad selles, et igasuguste masinate, seadmete ja mehhanismide käiguosad, transmissioonid, hammasrattad, valtsid, ülekanderihmad jne. peavad olema pealtpoolt kaetud terasplekist tugevate kaitsetuppedega, -kilpidega või olema varustatud vastavate kaitseseadmetega, mis võimaldavad masinal täiesti ohutut töötamist.

Seega peab iga masin võimaldama tema ohutut käsitlemist; masinat, mille konstruktsioon seda ei võimalda, ei saa pidada ajakohaseks. Sellepärast enne seesuguse masina tööprotsessi rakendamist osutub hädavajalikuks kõigi ohutustehnika seisukohalt lubamatute puuduste kõrvaldamine.

Tähtsamaid viise ohutuse saavutamiseks on ka töötingimuste võimalik hõlbustamine, sest õnnetuste põhjuseks on sagedasti töölise väsimus. Nii näit. liigse kuumuse vastu aitavad prillid, mille klaasid valmistatakse soolast või dekstroosist (viinamarjasuhkur), kuna sool ja dekstroos on teatavasti parimaid kuumusevastaseid aineid. Tavalise sepatöö juures aga tuleks tarvitada ohutust klaasist prille, nahkpõlli jne. Keevitamisahjude juures töötajaid varustatakse nn. soojusmaskidega. Nende tarvitamise põhimõte seisab selles, et maski traatvõrk absorbeerib soojust, ilma et ta märgatavalt vähendaks nähtavust; kaevandustes riputatakse sõidukite liiklemisteedele suubuvates käikudes lakke nn. kassisabasid, s. o. nööri- või traadiotsi, mis peavad meelde tuletama sõidukite võimalikku lähenemist. Leiab kasutamist veel nn. automaatne järelevalve; nii näit. pressil töötaja kannab käevõrusid, mille külge kinnitatud nöör tõmbab käe tagasi, et see stantsi alla ei jääks jne.

Selleks, et tagada ohutustehnika põhimõtete elluviimist, on tarvis mobiliseerida sellele tööle kogu ettevõtte töötajaskond: pidada selgitusloenguid, instrueerimiskoosolekuid jne. Õnnetusjuhtudest hoidumiseks aitavad veel kaasa vastavasisulised plakatid, pildid ja loosungid, mida riputatakse tööruumide seintele.

Need ohutustehnika seisukohad kohustavad kogu käitise administratsiooni pidevalt hoolitsema õnnetusjuhtumite võimaliku vältimise ja ohuta töötingimuste loomise eest oma ettevõtteis. Eriti on see tähtis sellepärast, et mitte kõik tootmisjuhid ja insener-tehnilised töötajad ei suhtu seni veel neisse küsimustesse küllaldase tõsiduse ja vastutustundega; nii näiteks väga tihti jäetakse käitistele ohutustehnilisteks otstarveteks assigneeritud krediidid suuremalt osalt kasutamata jne.

Ohutustehnika-küsimuste valdkonda kuuluvad veel tuletõrje abinõud. Igal tehasel, vabrikul jne. peab olema alaline tuletõrjujate komando. Selle komando ülem valvab käitise tehnilise ekspluatatsiooni määrustiku eeskirjade täitmise üle, ta vastutab elektrijuhtmete, valgustuspesade, transmissioonide jne. korrasoleku ja remondi- ning kergesti süttivate ainete ohutu säilitamise eest; igasuguste ehitus-, montaaztööde (elektri-, autogeenkeevitus jms.) teostamine on keelatud ilma tuletõrjujate komando ülema nõusolekuta. Tema instrueerib ja õpetab käitise töötajaid käsitlema tuletõrjeabinõusid (vedel- ja pulberkäsikustutajad, hüdrandid, tuletõrjevoolikud, igasugused signaalseadmed jne.) ning vastutab nende korrasoleku eest.

Ametiühingute ülesandeks on valvata, et tööstuskäitistes täidetaks töökaitse- ja ohutustehnika eeskirju, s. o. täidetaks Suure Stalinliku Konstitutsiooni töökaitseseadusi.

6. Varustamine, tööstuse sisetransport ja laondus.

a) Varustamise organiseerimine.

Tööstuse plaanimise üheks oluliseks küsimuseks on rahvamajanduslike tarvete selgitamine põhilisemate tööstustoodete alal. Nende tarvete ulatus ei ole ettemääratav, vaid oleneb rahvamajanduse arenemisastmest ja rahvamajandusplaani ülesandeist. Rahvamajanduslike tarvete määrandamine toimub NSV Liidus nn. materiaalsete bilansside süsteemiga. Seejuures sotsialistliku ülesehitustöö erinevail ajaloojärkudel pearaskus langes just nendele tööstustoodete bilanssidele, millest eeskätt olenes plaani poliitiliste ja majanduslikkude ülesannete täitmine. Nii näit. varajasemate materiaalsete bilansside liiki kuuluvad teravilja- ja kütuste bilansid, millede koostamisele asuti rahvamajandusplaanimise esimestel päevadel. Veel enam rakendati kütuste bilansi meetodit rööbiti GOELRO (Riikliku Venemaa elektrifitseerimise) plaaniga, kus kütuste bilansiga koos esinesid metallide, seadmete ja ehitusmaterjalide bilansid. Rahvamajanduse taastamise perioodil laienesid ja tihenesid sidemed tööstuses endas ning tööstuste ja teiste rahvamajandusharude vahel. Uute tööstusharude rajamine tingis omakorda uute materiaalsete bilansside koostamist; nii näit. põllumajanduse laiaulatuslik mehhaniseerimine tekitas vajaduse traktoribilansi järele, jõuvankrite bilanss on omakorda seotud kautšukibilansiga jne.

Materiaalsete bilansside süsteem on olenev üksikute tööstustoodete tähtsusest ühiskondlikus taastootmisprotsessis. Vastavalt sellele, tingituna ühiskondliku taastootmisprodukti iseloomust, jaotatakse kõik materiaalsed bilansid kahte suurde rühma:

1) tootmisvahendite bilansid, mis kindlustavad rahvamajanduse arendamist, selle ülesehitamis- ja tootmiskava osas, ja

2) tarbimisvahendite bilansid, mis moodustavad kaubakäibe ja rahva sissetuleku materiaalse katte.

Tootmisvahendite bilansid jaguvad veel omakorda:

1) tööstustoodete bilansid:

a) milliseid kasutatakse rahvamajanduses käibefondidena, näit.: värvilised metallid, elektrienergia, kütused, maagid jne.;

b) kapitaalehitusteks kasutatavad tööstustooted, nagu tsement, tellised, ehituskonstruktsioonid jne.;

2) põllumajandussaaduste bilansid, s. o. järgmised rahvamajandusliku tähtsusega käibefondide bilansid, nagu: puuvill, lina, vill, teraviljad, liha jne.

Materiaalsete bilansside koostamise vajadus ja nende tähtsus seisab järgmises:

a) materiaalsed bilansid võimaldavad esmajärjekorras tagada riigikaitseliste vajaduste katmist ning juhtivate majandusalade komplektset arendamist;

b) materiaalsete bilanssidega selgitatakse rahvamajanduslikku tarvet üksikute tööstustoodete suhtes, mis on hädavajalik kõikide tähtsamate tootmisalade tootmistempode ja -ulatuse määrandamiseks kogu NSV Liidu rahvamajanduse arendamiseks;

c) materiaalsed bilansid omavad suurt tähtsust toorainete, kütuste, materjalide, elektrienergia, seadmete kasutamise ja parandamise, rahvamajanduse arendamise kitsaskohtade avastamise, uute ehitusmaterjalide liikide tootmise ja tarvitamise intensiivistamise jne. mõttes;

d) materiaalsed bilansid võimaldavad kõrvaldada võimalikke disproportsioone üksikute rahvamajandusalade vahel, mis on otsustava tähtsusega ülesandeks nõukogude rahvamajanduse ulatusliku reprodutseerimiskäigu plaanimisel;

e) materiaalsed bilansid osutuvad tähtsaks teguriks kapitaalehituste plaanimisel, kuna nad määravad kindlaks ehitusmaterjalide ressursside suunamist kapitaalehitustöödele ja seovad seega tootmise kava kapitaalehitusplaaniga;

f) materiaalsed bilansid võimaldavad erakordselt kaugete ja vastassuunaliste vedude vältimist ning üksikute majandusrajoonide tarvete katmist kohapealsete ressurssidega.

Seega on materiaalsete bilansside koostamise eesmärgiks kõikide olemasolevate ressursside kindlakstegemine nende parimaks ärakasutamiseks rahvamajandusplaani ülesannete täitmiseks.

Üksikud materiaalsed bilansid, nagu elektrienergia, kütuste, seadmete, ehitusmaterjalide jt. bilansid liidetakse, koondatakse üldrahvamajanduslikuks materiaalseks bilansiks, mis sellisena haarab kogu sotsialistlikku taastootmist tervikuna. Praksises ei ole aga üldrahvamajandusliku koondbilansi süsteem veel täiesti välja kujunenud ning tavaliselt piirdutakse vaid tähtsamate tööstustoodete materiaalsete bilansside koostamisega.

Materiaalseid bilansse koostatakse naturaal- ja väärtusväljenduses järgmiselt:

A. Ressursid.

1. Tagavarad aasta alguseks.
2. Plaanitava perioodi toodang.
3. Sisemiste ressursside ärakasutamine.
4. Muud ressursid.

B. Jaotamine.

1. Produktsiooni vajadused: a) tootmiseks, b) ehitamiseks.
2. Isiklik tarbimine: turu- ja mitteturuline tarbimine.
3. Eksport.
4. Reservid.
5. Aasta lõpu tagavarad.

Iga tööstusettevõtte tootmiskava peab olema tagatud materiaalsete ressurssidega, fondidega. Materiaalsete ressursside eraldamine tootmiskava tagamiseks toimub kindlate kulunormide järgi ühe tootmisühiku kohta, vastavalt tootmiskavas ettenähtud toodangu ulatusele, mis tähendab suurt ökonoomsust ja distsipliini materiaalsete ressursside kasutamise alal.

Tooraine, kütuse ja abimaterjalide kulunormid määratakse analüüsi keskmiste andmete alusel; nii näit. vajadus tooraines oleneb tootmiskavast, tooraine kvaliteedist ja tehnoloogilisest režiimist; ehitusmaterjale arvestatakse 1 milj. rbl. ehitus-montaažtööde peale ja normide alusel ühele ehitustöö ühikule; piirituse toodangut — ühele tonnile toorainele; kivisöetoodangut — ühe mehaanilise haamri kohta jne.

Tööstustoodangu materiaalsete bilansside koostamisel kehtib meil järgmine kord: bilansid ja nende põhjal püstitatud jaotusplaanid koostatakse NSV Liidu Plaanikomisjoni poolt. Neid bilansse koostatakse rahvamajandusplaani väljatöötamisel nii tootmise kui ka kapitaalehituste kavade põhjendamiseks.

Selle kõrval NSV Liidu Plaanikomisjon esitab valitsusele kinnitamiseks ka põhilisemate tööstustoodete jaotusplaanid. On arusaadav, et valitsuse poolt kinnitatavad jaotusplaanid pole üksnes Plaanikomisjoni töö, vaid kõigi ministeeriumide, ettevõtete ja organisatsioonide plaanimis-, turustus- ja varustusorganite töö tulemuseks.

Kogu selle töö juhtimiseks ja teostamiseks Plaanikomisjon töötab igal aastal välja vastavad juhised ja vormid, määrandades neis materiaalsete bilansside ja jaotusplaanide koostamiseks vajaliku korra. Neis juhiseis määratakse kindlaks ka nn. fondeeritud toodangu nomenklatuur, mille bilansid ja jaotusplaanid kinnitatakse valitsuse poolt üheaegselt tootmiskavaga.

Fondeeritud toodangu nomenklatuur, mis jaotatakse tsentraliseeritud korras, määratakse kindlaks järgmistest seisukohtadest:

1. Antud toote tähtsusest sotsialistlikus reproduktsiooniprotsessis, hõlmates nii tähtsamaid seadmeid, tooraineid ja materjale kui ka põhilisemaid toidu- ja tööstuskaupu.

2. Fondeeritud toodangu nomenklatuuri ülesandeks on kindlustada juhtivate majandusharude komplektset varustamist seadmete, toorainete ja materjalidega.

3. Fondeeritud nomenklatuuri määrandamisel tuleb arvestada ka tarbijate ringkonda, nii näit. kui teatud tooteliiki tarvitatakse ainult ühe või mõne üksiku tarbija poolt (vaguni rattapaarid, bandaažid — transpordimasinaehituses), siis langeb ära vajadus toote fondeerimiseks.

Arusaadav on, et toodangu suurenemisega ja defitsiitsuse likvideerimisega teatud tooteliikide suhtes langeb ära ka nende fondeerimise vajadus.

Jaotusplaanid, mis kinnitatakse valitsuse poolt, osutuvad täpseiks aadressdokumentideks, milledes üksikasjalikult määratakse kindlaks fondisaajad.

Fondisaajateks on liidulised ja liiduvabariiklikud ministeeriumid, liiduvabariikide ministrite nõukogud, NSV Liidu tähtsamad linnad jne. Liidulised ja liiduvabariiklikud ministeeriumid, mitmesugused organisatsioonid, iseseisvad peavalitsused ministrite nõukogude juures ja teised fondisaajad peavad nn. fondi saamiseks avaldiste esitamisel plaanima ja arvestama ka nende süsteemi kuuluvate ettevõtete ja asutiste materiaalseid vajadusi.

Nagu juba varem mainisime, peab tööstusettevõtete tootmiskava olema tagatud materiaalselt, kuna tootmisprotsess vajab endale eelkõige majanduslikku alust — ühiskondliku taastootmisfondi kui tootmis- ja elatusvahendite kogumit.

Tootmisvahendid.

Marxi õpetuse järgi tarbimisvahendite loomine, s. o. tootmine kui loodusvarade ja -jõudude inimvajadustele kohandamise protsess, koosneb järgmistest elementidest: otstarbekas tegevus ehk töö ise, tööese ehk tööobjekt ja töövahend.

Tööesemed ja töövahendid koos aga moodustavad tootmisvahendid.

1) Tööesemed ehk tööobjektid on sellised esemed, mida muudetakse tööprotsessis töövahendite abil ettekavatsetud määral tarbimiskõlvuliseks valmistooteks. Seega täidavad tööesemed tootmisprotsessis toote moodustaja osa või aitavad sellele protsessile kaasa.

Igas tööprotsessis, kus tööesemeid kasutatakse, tarbitakse nad täielikult. Seepärast iga uue tööprotsessi puhul tuleb neid täielikult asendada samasugustega.

Tööesemete hulka kuuluvad eeskätt toorained, siis abimaterjalid, nagu kütused, elektrienergia, mitmesugused kemikaalid ja teised käibefondide materiaalsed elemendid.

2) T ö ö v a h e n d i d on esemed või esemete kompleks, mida tööline asetab enda ja tööeseme vahele ja mis on tema tegevuse juhtmeiks sellele esemele. Töövahendid on määratud selleks, et täita tööprotsessis tegurite osa enam-vähem pikema ajavahemiku kestel, kuni nende ärakulumiseni kasutamise tagajärjel või kuni nende tegevuse lõppemiseni.

Töövahendite hulka laiemas mõttes kuuluvad eeskätt masinad, seadmed, aparaadid ning kõik teised esemelised tingimused, mis on vajalikud selleks, et tööprotsess võiks üldse teostuda. Nii kuuluvad siia näit. ka tööstushooned, kanalid, teed jms.

b) Laonduse organiseerimine.

Häirete vältimiseks tootmisprotsessis peab olema iga tööstuskäitis materiaalselt tagatud kõigi tootmisprotsessiks vajalike materjalidega pikemaks ajavahemikuks; see tähendab, et iga tööstusettevõtte töö normaalseks kulgemiseks on paratamatult vajalikud m a t e r i a a l s e t e r e s s u r s s i d e t a g a v a r a d.

Nende materiaalsete reservide kui ka tööstusettevõtte valmistoodangu säilitamiseks peab aga iga tööstuskäitis omama laoruume. Seega on laonduse peamiseks ülesandeks:

1) tootmisprotsessi pidev varustamine toor- ja abimaterjalidega, kütusega, poolvalmistoodetega jne.;

2) valmistoodangu säilitamine ja selle transportimiseks ettevalmistamine: sortimine, kaalumine, pakkimine, markeerimine, tembeldamine jne.

Iga tootmisprotsessi organiseerimine eeldab kindla sortimendi, komplektsuse ja mihusega toor- ja abimaterjale. Sellepärast erinevate tööstusharude ja ka üksikute tööstuskäitiste tootmisprotsessideks tarvilikud toor- ja abimaterjalid on samuti väga erinevad.

Kuna mingi tooraine või abimaterjali liigi puudumine võib põhjustada tõsiseid häireid tootmisprotsessi pidevas kulgemises, siis peab materjalide arvestus laos olema selliselt organiseeritud, et see alaliselt võimaldaks sortimendilist ja mihuselist ülevaadet laos olevate materjalide varude jääkidest.

Sellepärast osutub hädavajalikuks nn. m a t e r j a l i d e v a r u d e n o r m a t i i v i d e määramine, laos olevate materjalide reservide õige omavahelise suhte pideva säilitamise otstarbeks.

Lähtekohtadeks nende normatiivide määrandamisel on: a) tootmisprotsessi materjalidega pidev, katkestamatu varustamine ja b) ladude ülekoormamise ärahoidmine, s. o. liigsete käibefondide (materjalide) varude loomise vältimine.

Materjalivarude normatiivide suuruse määramisel tuleb veel arvestada tootmisprotsessi iseärasusi, materjalide hankimise võimalusi, nende transportimise tingimusi jne.

Kõik tööstusettevõtte materjalide varud jaotatakse kahte suurde rühma, jooksvateks ja puutumatuiks varudeks, kusjuures viimaste kasutamine on lubatud ainult hädakorral, näit. avarii, tulekahju ja teistel säärastel juhtumitel.

Ka materjalide varude olemasolul nende õige arvestuse korraldamine laos on võimalik ainult nn. materjalide ühtlase nomenklatuuri alusel.

Materjalide nomenklatuur on õigesti koostatud ja peenusteni väljatöötatud süstemaatiliselt rühmitatud ja nummerdatud materjalide nimetuste loetelu.

Materjalide nomenklatuur peab vastama järgmistele põhinõuetele:

a) sisaldama kõiki antud käitise tootmisprotsessiks vajalikke materjale;

b) materjalide nimetuste piiritlus olgu selge ja arusaadav;

c) andma materjalide lühikese iseloomustuse: arvestusühik, mõõted, sort jne.;

d) loetelu peab olema kergesti käsitletav, kusjuures suurema ülevaatlikkuse saamiseks materjalide allrühmadesse jaotamist on soovitav toimetada mingi kindla põhimõtte järgi, näiteks: metallid, kemikaalid, kütused jne.

Laoruumid peavad tagama materjalide puutumatust ning nende otstarbekohast säilitamist; sellelt seisukohalt on tähtsad järgmised tegurid: ladude ehitusviis (kivi- või puithoone), pindala, mahutavus, läbilaskevõime jne. Suuremates tööstuskäitistes on laondus enam spetsialiseerunud kui väiksemates, kusjuures üldiselt võivad esineda järgmised laoruumide või ladude liigid: tooraine-, kütuse-, materjalide, poolvalmistoodete, tööriistade ja inventari-, valmistoodete ning jäätmete laod.

Tootmisprotsessi varustamise seisukohalt, s. o. territoriaalse tunnuse järgi, eristatakse: tsentraal- ehk kesk-, üldvabrikulisi, tsehhide ja töökodade ladude liike.

Materjalide peamisteks tarbijaiks on tsehhid ja töökojad, sellepärast need laod, millede otsekoheseks ülesandeks on tootmisprot-

sessi materjalidega varustamine, peavad asuma tsehhidele võimalikult lähedal.

See tähendab, et ladude asukoha valiku kriteeriumiks on toor- ja abimaterjalide võimalikult sirgjoonelisem siirdumine tootmisprotsessi.

Ehitusviisilt jaotatakse laoruume kolme tüüpi: a) lahtised (laoplatsid), b) poolkinnised (katusealune) ja c) kinnised.

a) Laoplatse kasutatakse raskemate ja palju ruumi võtvate materjalide kuhjamiseks, mis ei karda temperatuuri muutusi, sademeid jne. Nii säilitatakse näiteks kivisütt, maake, metsamaterjale jms.

b) Kahe-kolme seinaga, või hoopis seinadeta katusealuseid kasutatakse aga sääraste materjalide hoidmiseks, mis nõuavad juba suuremat kaitset külma, tuule, päikese ja teiste atmosfääriliste mõjude vastu. Selliselt säilitatakse palju ruumi nõudvaid, kuid mitte eriti hinnalisi materjale, nagu turvast, põletatud lupja jms.

c) Eelmistest enam kasutatavad on kinnised laoruumid, mis esinevad tavaliselt kas kivist või puitmaterjalist ehitatud ühe- või mitmekordsete hoonetena (tihti kasutatakse ka keldriruume) ning jagunevad köetavaiks ja mitteköetavaiks.

Kuna kinnised laoruumid võimaldavad materjalide alalhoidmist kindlais tingimusis, sõltumata välisilma mõjudest, siis tarvitatakse sellist materjalide säilitamise viisi tavaliselt kergesti riknevate, rohkem tundlikumate ja kallimate kui ka tulekardetavate materjalide hoidmisel (elektrotehnilised materjalid, tööriistad, kemikaalid, bensiin jne.).

Materjalide asetus laos peab olema selline, et iga materjali liiki saaks vajaduse korral kiiresti kätte ilma pikema otsimiseta, mis on aga võimalik ainult sel juhul, kui kõike materjale hoitakse laos alaliselt ühes ja samas kohas. Selleks otstarbeks ehitatakse laoruumidesse eri riiulid (stellaažid). Ratsionaalselt konstrueeritud riiulid tagavad: a) materjalide paremat alalhoidmist, b) laoruumide mahutavuse täielikumat ärakasutamist ning c) materjalide vastuvõtmis- ja väljaandmisoperatsioonide hõlbustamist.

Stellaažid jagunevad: universaalseteks ja spetsiaalseteks. Esimesed neist võimaldavad igasuguste materjalide hoidmist, kuna teisi kohandatakse ainult teatavate kindlate materjalide säilitamiseks.

Väga tihti universaalseid stellaaže, s. o. tavalisi riiuleid jaotatakse veel vaheseintega pesadeks või kapikesteks; sel korral iga riiul nummerdatakse, üksik-pesakesi aga märgendatakse tähestikulises järjestuses.

c) Varustusorganite ehitus käitises ja lao põhioperatsioonid.

Tööstuskäitiste materiaalset varustamist teostavad ülaltähendatud põhimõtetel vastavad organid — varustuskontorid, mis on isemajandatavad ettevõtted ning administratiivselt allutatud ühelt poolt käitise direktorile, teiselt poolt aga vastava keskasutise (ministeeriumi, peavalitsuse jne.) turustus-varustusosakondadele, -valitsustele või teistele samalaadilistele organitele.

Käitise varustuskontori eesotsas on kontori juhataja, kelle käsutuses on kogu käitise laomajanduse tehniline baas ja laondust teenindavate töötajate kaader (laojuhatajad, raamatupidajad, kaubatundjad, laohoidjad, laotöölised, valvurid jne.), kelle kaudu ja kaasabil kontori juhataja teostab käitise materiaalset varustamist.

Kuna laonduse ülesandeks ei ole ainult tootmisprotsessiks vajalike materjalide, vaid ka valmistoodangu säilitamine, siis käitise materiaalse varustamise funktsioone väga tihti ühendatakse turustamise, s. o. käitise enda valmistoodangu realiseerimise ülesannetega. Selliseid kontoreid nimetatakse varustus-turustuskontoriteks.

Turustamis- ja varustamisfunktsioonide lahutamine ja seega omaette varustuse ja turustuse kontorite loomine on otstarbekohane vaid ainult väga suure tootmismahuga käitistes. Varustamise ja turustamise kulude vähendamise eest tuleb alaliselt võidelda, sest nende suurenemine tõstab valmistoodangu omahinda ega võimalda selle realiseerimist plaaniliste hindadega.

Tööstuskäitise materiaalse varustamise aluseks on varustusplaan, mis on käitise üld-tootmisfinantsplaani koostisosaks.

Tingituna ettevõtte tööprotsessi iseärasustest ja töötingimusist, varustamine võib toimuda järgmiselt:

1) sisseostu teel hankijailt,
2) isevarustamise korras,
3) vajalikkude materjalide, tööriistade jms. hankimisega oma käitise abi- või kõrvaltootmiselt.

Sisseost hanke korras toimub vastavate lepingute alusel. Eristatakse järgmisi lepingute liike: a) üld-, b) kohalikud ja c) otsesed lepingud.

Üldlepinguid sõlmitakse keskasutiste vahel vastavate fondide alusel.

Kohalikud lepingud koostatakse üldlepingute alusel nende täpsustamise ja konkretiseerimise otstarbel.

Otseseid lepinguid sõlmitakse olenemata üldlepingust ostja ja hankija vahel vahetult.

Kohalikud ja otsesed lepingud peavad sisaldama kõiki ostu-müügitehingu tingimusi kui ka üksikasjalisi andmeid hangitavate, resp. müüdavate materjalide kohta, nagu: materjalide nimetus, nende kogus, kvaliteet, standardid, sortiment, ühiku hind, arve tasumise viis, materjalide üleandmise tähtajad ja koht jms. Ühe lepinguosalise poolt lepingu tingimuste mittetäitmise korral nähtakse ette trahve, viivist, nende tasumise korda jne.

Hankelepingute tingimuste operatiivset kontrolli teostab varustuskontor, kusjuures aruandlust peetakse tavaliselt järgmiselt: a) hankijate, b) lepingute ja c) materjalide nomenklatuurnumbrite järgi.

Materjalide arvestus laos algab nende vastuvõtmisega. Materjalide vastuvõtmise eesmärgiks on saabunud materjalide kaalu, mihuse, hinna jms. vastavuse kindlaks tegemine saatekirjas märgitud andmetele ning igasuguste avastatud puuduste akteerimine. Materjalide vastuvõtmine peab toimuma otse peale nende lattu saabumist; vastuvõtmist teostab tavaliselt kas laojuhataja ise või laohoidja, hankija või tema esindaja juuresolekul.

Materjalide arvestamine peab toimuma nii rahalises kui ka koguselises (tükk, kg, liiter jne.) väljenduses. Seejuures tavaliselt varustuskontori raamatupidamise osakonnas toimub arvestamine nii rahaliselt kui ka koguseliselt, ladudes aga peetakse ainult koguselist arvestamist.

Materjalide arvestamiseks ladudes on kaks viisi: a) kaartidel ja b) dokumentidel.

a) Materjalide kaartidel arvestamisel koostatakse iga materjali nomenklatuuri numbri kohta eri kaart, kuhu märgitakse materjali nimetus, selle arvestusühik, sort, mõõted, varu norm, nomenklatuuri number jms.

Kaarte hoitakse materjalide nomenklatuuri numbrite järjekorras erilistes kastides, mida nimetatakse kartoteekideks. Materjali laost väljaandmisel, resp. vastuvõtmisel, leitakse üles vastav kaart ning materjalide nõudelehtede või saatekirjade alusel tehakse lahtreisse kaardil vastavasisulised kannangud, kusjuures saldo tuletatakse kas iga kande järel või tööpäeva lõpuks.

Kartoteek on väga hõlpsasti kasutatav, tarviduse korral võib seda alati täiendada uute kaartidega jne., kuid tema paheks on kaartide kaotsimineku hädaoht; peale selle kartoteek ei võimalda materjalide jooksva arvestamise kontrollimist raamatupidamisarvestuse andmetega. Neil põhjusil materjalide laos arvestamisel on enam kasutatav teine arvestusviis, nimelt dokumentaalne.

b) Materjalide arvestus dokumentidel seisab selles, et kõik sissetuleku- ja väljamineku-orderid asetatakse kronoloogilises järjestuses kartoteeki materjalide nomenklatuuri numbrite järjekorras. Iga operatsioon kantakse läbi kõigist asjaomastest dokumentidest, kusjuures nii deebeti kui ka kreediti päevased läbikäigud kantakse tööpäeva lõpul üldsummas vastavalt sissetuleku ja väljamineku viimastele dokumentidele.

See arvestusviis võimaldab kannangute ja laoseisu pidevat kontrollimist raamatupidamise andmetega; selle puuduseks aga on suur töökoormus, kuna siin nii ladu kui ka materjali nõudjad peavad paratamatult koostama iga materjali liigi kohta omaette dokumendi.

Materjalide arvestamise seisukohalt evib suurt tähtsust veel materjalide laost väljaandmise õige korraldus ja selle korra täitmise pidev kontroll.

Materjalide laost väljaandmine oma käitise vajadusteks toimub vastavate nõudelehtede (nõudeordrite) alusel, mida koostatakse materjalide nomenklatuuri numbrite järgi käitise osakondade, tsehhide jne. poolt. Nõudelehed peavad olema varustatud materjalide nõutamiseks volitatud isikute allkirjadega (osakonna juhataja, meister jt.) ja sisaldama täpseid andmeid nõutavate materjalide kohta — nende kogus, sort, mõõted jne.

Nõudelehed materjalide saamiseks koostatakse tavaliselt neljas eksemplaris ning saadetakse lattu. Materjalide väljaandmisel laohoidja märgib nõudelehele (kõigile eksemplaridele) tegelikult väljaantud materjalide koguse ning nõutab nõudelehe esitajailt (materjalide saajailt) allkirja materjalide vastuvõtmise kohta.

Kõiki nõudelehtede algeksemplare säilitatakse laos materjalide väljamineku tõenduseks; nõudelehe esimest koopiat kasutatakse väljaantud materjalide saatekirjana, kuna ülejäänud kaks koopiat saadetakse varustuskontori raamatupidamise osakonda laost väljaantud materjalide koguse ja hinna arvestamiseks.

Nii on lugu materjalide laost väljaandmisega oma käitise vajadusteks, omatoodangu realiseerimisel aga, s. o. valmistoodete saatmisel laost ostjaskonnale valitseb tavaliselt järgmine kord.

Valmistoodete väljaandmine laost toimub vastavate ostulubade alusel, mida antakse välja käitise turustusorganite poolt. Nende ostulubade alusel müüdud kaupade väljavedamiseks tehase või vabriku piirkonnast ladu annab välja vastavad pääsetähed.

Nende pääsmete esitamisel pääsmetebüroo kaupade väljaveo kontrolörile viimane võrdleb laadungi vastavust pääsmel märgitud kaupade nimetuste ja kogusega ning, veendunud lahkuminekute

puudumises, annab käsu väravavahile koorma, veoki jms. väljalaskmiseks.

Ka kõige ideaalsemalt organiseeritud laooperatsioonide arvestamissüsteemi juures on siiski võimalikud igasugused eksimused ja vead materjalide akteerimisel, nende väljaandmisel, ostulubade väljakirjutamisel kui ka teiste dokumentide vormistamisel ja laooperatsioonide kirjendamisel.

Tingituna sellest võivad laos faktiliselt olevate materjalide koguse ja vastavate arvestusandmete vahel tekkida ja tekivadki kaunis suured lahkuminekud. Nende lahkuminekute vältimiseks korraldatakse kõigi laos olevate materiaalsete väärtuste inventeerimist. Inventeerimist teostavad selleks moodustatud erikomisjonid, kelle ülesandeks on materjalivarude jääkide selgitamine ja nende võrdlemine raamatupidamisarvestuse vastavate andmetega. Oma töö tulemused inventeerimiskomisjonid fikseerivad eriliste aktidega, mida nimetatakse inventuuriks.

Inventeerimine on laoaparaadi töö tulemuste ja sotsialistliku omandi säilitamise kontrollimise tõhusaks abinõuks. Tuntakse kahesugust inventeerimist: a) jooksev inventeerimine, mida teostatakse pidevalt arvestusaasta jooksul ja b) perioodiline inventeerimine, mis toimub teatavate ajavahemikkude järel, kord kvartalis, poole aasta eest või vähemalt üks kord aastas.

Üldkokkuvõttes võib ütelda, et laonduse õige organiseerimise eeldusteks on: õige ja täieliku materjalide nomenklatuuri koostamine, materjalide varu normide määramine, laomajanduse tehnilise baasi igakülgne väljaarendamine, kõigi laooperatsioonide ratsionaalse arvestamise korraldamine, kaadrite õige valik, nende kvalifikatsiooni pidev tõstmine, otstarbeka tööjaotuse teostamine jne.

d) Tööstuse sisetransport.

Sotsialistliku ülesehitustöö ülesannete lahendamine on tihedalt seotud mitmesuguste kaupade suurtes kogustes transportimisega, kusjuures ladude korrapärane tegevus ei ole mõeldav ilma vastavate sisetranspordi-, tõste- ja laadimisvahenditeta. Teiselt poolt tõstab raskemate tööprotsesside mehhaniseerimine tööliste töötootlikkust ning omab tähtsust kultuursete töötingimuste loomise seisukohalt. Sisetranspordi osatähtsus tööstuses on tõusnud eriti esiplaanile käsikäes stahhaanovliku liikumise võimsa levimisega, kuna ainuüksi transpordiküsimuste otstarbeka lahendamisega võib tagada tootmisprotsessi pidevat kulgemist ning tööseisakute vältimist.

Kõiki tööstuse sisetranspordi vahendeid võib liigitada järgmiselt:

a) lao-, b) tsehhidevaheliseks ja c) sisetsehhiliseks transpordiks.

Lao- ja tsehhidevahelise transpordi liiki kuuluvad näit. raudtee-, auto-, hobu- ja teised transpordi viisid kui ka mitmesugused seadmed, nagu kraanad, köisraudteed, laadimissillad jms.

Sisetsehhilise transpordi liiki kuuluvad aga käsi- ja elektrikärud, liftid, elektritalid ja vintsid, mitmesugused transportlindid jt.

Nõukogude Liidu teiste vabariikide kui ka enam arenenud kapitalistlike maade moodsamates kaubaladudes on kaupade ümberpaigutamine niivõrd ratsionaliseeritud, et töö teostub peamiselt mehaanilisel teel inimjõu piiratud osavõtul.

Selles oleme meie tublisti maha jäänud, sest et tänapäevani ka kõige suuremates ladudes püütakse meil läbi ajada umbes samade algeliste abinõudega, nagu mõnisada aastat tagasi hansaaegsetes kaubahoovides, millede tõstevahendid säilivad veel praegugi Tallinnas ajalooesemetena, paistes välja vanemate hoonete pööninguavadest.

Samasugune olukord valitseb meil väheste eranditega (põlevkivi-, fosforiidi- ja mõningad teised tööstusharud) ka tsehhidevahelise ja sisetsehhilise transpordi alal. Säärasel mahajäävusel on oma põhjused ja nimelt: tõste- ja laadimisvahendeid meil kunagi toodetud ei ole, neid tuli importida välismaalt; teiselt poolt aga valitses kodanlikus Eestis alatine tööpuudus ja sellest tingituna vabade töökäte rohkus, keda vähese tasu eest võis palgata ka kõige raskemale tööle.

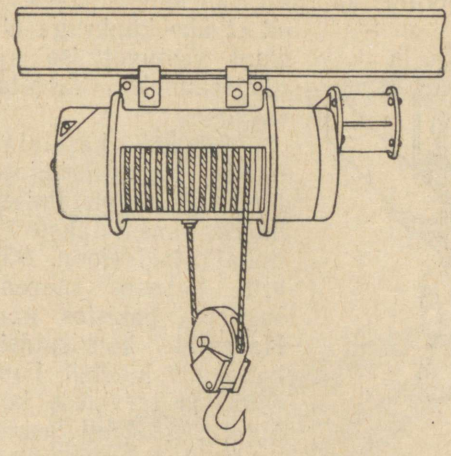
Neljas stalinlik viisaastak on rahvamajanduse taastamise ja maa industrialiseerimise viisaastakuks, sellepärast ka Eesti NSV rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta (1946.—1950. a.) plaan seab üles muuseas ka järgmise ülesande: «Suurendada tööviljakust ... palju inimtöö jõudu nõudvate tööstusalade igakülgse mehhaniseerimisega ja tootmisprotsesside viimistlemisega.» [32]

Seepärast vaatleme siinkohal mõningaid lihtsamaid, kuid ajakohaseid kaupade tõste-, laadimis- ja ümberpaigutusvahendeid, mis võimaldavad kaubaladude korrapärast tegevust ning säästavad tööjõu ja aja kulu.

---

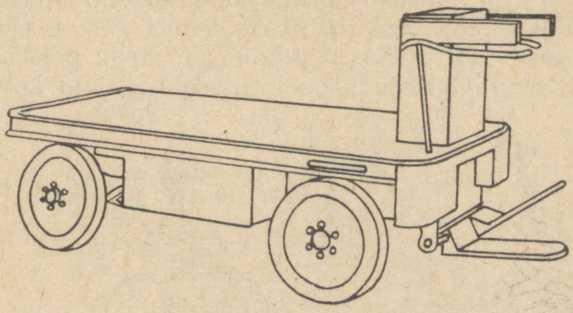
[32] Seadus Eesti NSV rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaani kohta 1946.—1950. a. „Eesti NSV Teataja" nr. 39, 7. aug. 1946, art. 332, lk. 652.

Ladudes, eriti kui hoiuruumid asuvad mitmekordses hoones, tuleb ajakohasteks pidada elektrilisi tõstevahendeid — elektritalisid ja elektrivintse.



Joon. 92. Statsionaarne elektritali.

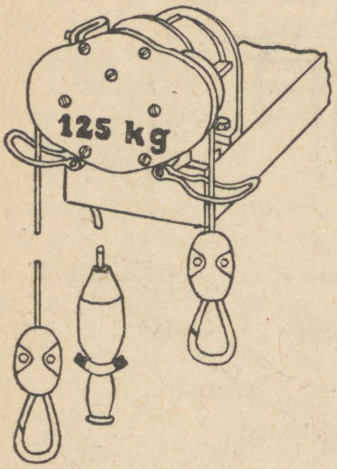
Elektritalid (joon. 92) võimaldavad mitte ainult kauba tõstmist, vaid ka selle ümberpaigutamist horisontaalsuunas, kui tali on varustatud kandetala mööda liikuva vankrikesega. Tali ümberpai-



Joon. 93. Elektrikäru.

gutus tala mööda toimub käsitsi, raskuste tõstmine ja allalaskmine aga tali sisse ehitatud elektrimootori jõul. Konstruktsioonilt on tali kinnine tõstemehhanism ja täiesti kaitstud tolmu ja niiskuse eest.

Vähemate raskuste tõstmiseks on kohasemad kerged elektrivintsid (joon. 94). Elektrivints on varustatud vintsi sisse ehitatud vahelduvvoolu elektrimootoriga ja terastrossil rippuva kahe tõstekonksuga, mis mootori käimisel vaheldumisi tõusevad ja laskuvad, nii et ühe konksuga ülestõstetud kandami vastuvõtmise ajal võib teisele, allalaskunule kinnitada järgmine raskus.

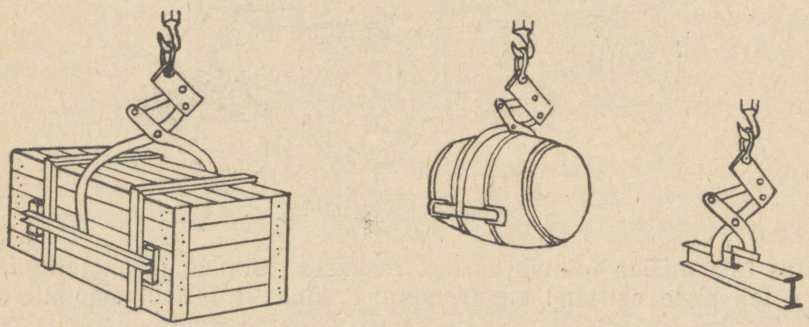


Joon. 94. Elektrivints.

Ladudes kasutatavate tõsteabinõude (vintside, talide, tõstekraanade jne.) töö hõlbustamiseks ja kiirendamiseks kasutatakse veel nn. kandamihaarajaid (joon. 95). Haarajad on eriti kohased suuremal arvul ühesugustes pakistes kauba tõstmiseks. Haarajate konstruktsioon võimaldab kandamit kindlalt haarata, tõstmisel hoida ja tarviduse korral kiirelt ühe liigutusega lahti lasta.

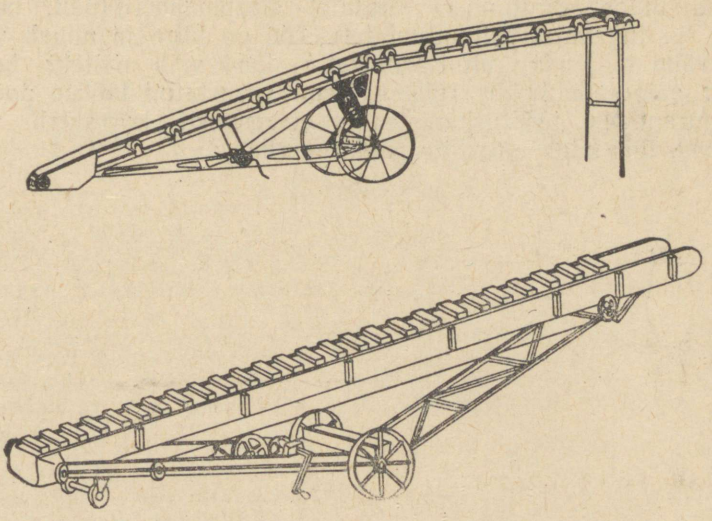
Kaubaladudes sisetranspordi vahenditena kasutatavate käsikärude, rullikute ja vagonettide kõrval väärivad tähelepanu akumulaatorite jõul töötavad elektrikärud (joon. 93.).

Laiaulatuslikel laadimistöödel (raudtee kaubavagunitesse, veoautodele jne.) on suurtes kaubaladudes kohane tarvitada elektri või sisepõlemismootori jõul töötavaid liikuva vööga, edastiga laadimissildu (joon. 96). Tükk- ja peenainete, nagu põlevkivi, turvas, teravili jne., ning väikeste pakkide laadimiseks on kohased rihm-



Joon. 95. Kandamihaarajad.

vööga laadimissillad. Kottpakistes kaupadele, kastidele ja vaatidele on kohased aga latt-edastiga sillad. Säärased laadimissillad on tavaliselt varustatud kuullaager-ratastega ning seepärast kergesti ümberpaigutatavad ühe töölise jõul.



Joon. 96. Laadimissillad: pealmine rihmvööga, alumine latt-edastiga.



Joon. 97. Rull-transportkang ja sellega töötamine.

Lõpuks võiks veel nimetada üht lihtsat ja mõnes olukorras küllalt otstarbekohast tõste- ja transportvahendit, nn. rull-transportkangi (joon. 97). Rullkangid võivad eduga asendada raskete esemete ja pakkide ümberpaigutamiseks kasutatavaid veerrulle, millega töötamine on liiga aegaviitev. Nad on eriti kohased raskete kastide ümberpaigutamisel siledatel aluspindadel (näit. betoon-, asfalt- ja tugevatel puitpõrandatel). Töö on kiire ja nõuab võrdlemisi vähe tööjõudu; mitmetonnilist raskust võib näiteks kergesti ümber paigutada kolme rullkangidega varustatud töölise poolt.

Suuremates tööstuskäitistes sisetransporti korraldab vastav osakond, mis allub ettevõtte peainsenerile.

Teose koostamisel kasutatud kirjandus.

A. Juhtkirjandus.

Marx, K. ja Engels, F. Teosed, V kd.

Lenin, V. Teosed, XXIV kd.

Stalin, J. Leninismi küsimusi. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1945.

NSVL Konstitutsioon. RK „Pedagoogiline Kirjandus", Tallinn 1946.

Eesti NSV Konstitutsioon. RK „Pedagoogiline Kirjandus", Tallinn 1946.

Voznessenski, N. NSVL Rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaan 1946—1950. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1946.

NSV Liidu Rahvamajanduse taastamise ja arendamise viisaastaku plaan. „Plaanimajandus" 1945, nr. 6/7.

Seadus Eesti NSV Rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaani kohta 1946—1950. ENSV Teataja nr. 39, 1946, art. 332.

XVIII ÜK(b)P kongress, stenograafiline aruanne 1939.

Karotamm, N. Vabanemisaasta. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1945.

Vares, J. Mida tõi Nõukogude võim Eesti rahvale — koguteosest: Viis aastat Nõukogude Eestit 1940—1945. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1945.

Veimer, A. Eesti NSV majandusprobleeme. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1945.

Veimer, A. Uuest stalinlikust rahvamajanduse taastamise ja arendamise viie aasta plaanist. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1946.

Sepre, O. Eesti NSV 1944/45. aasta rahvamajanduslikud saavutused — koguteosest: Viis aastat Nõukogude Eestit 1940—1945. RK „Poliitiline Kirjandus", Tallinn 1945.

Sepre, O. Eesti NSV 1945. a. rahvamajandusplaan. „Plaanimajandus" 1945, nr. 3/4/5.

Sepre, O. Nõukogude Eesti rahvamajanduse tähtsamaid ülesandeid. „Plaanimajandus" 1945, nr. 8/9.

Sepre, O. Töö jätkamiseks. „Plaanimajandus" 1945, nr. 1/2.

B. Erialalised koguteosed ja artiklid.

Andessaar, K. Plahvatusmootorid. Tallinn 1939.

Aljak, A. Ömblustöödel tarvitatavad kaubad. Tallinn 1929.

Alt, E. Töökaitse osa käitise finantsplaanis. „Eesti tööline" 1946, nr. 2.

Архангельский, Н. Товароведение промышленных товаров часть II, III. Госиздат, Москва 1945.
Ауэрман, Л. Технология хлебопечения. Снабтехиздат Москва — Ленинград 1935.
Большая Советская Энциклопедия (vastavad peatükid).
Бродский, М., Кохан, В., Шапиро, И. Товароведение пищевых продуктов. «Экономическое образование». Ленинград 1930.
Дубровой и Васалов. Новые пути решения проблемы газофикации Ленинграда (докладная записка). Академия Наук СССР 1945.
Gaposkin, F. Vooluviisiline tootmise meetod. Tallinn 1945.
Гофман, И., Зильберман, Я., Островский, И. Технология суперфосфата и других фосфоритных удобрений. ОНТИ Химтеорет, Ленинград 1937.
Грановский, Е., Маркус, Б. Экономика социалистической промышленности. Москва 1940.
Grjäzin, N. Eesti NSV metsanduse ülesanded. „Plaanimajandus" 1946, nr. 3.
Gross, M. Piimandus. Tartu 1934.
Инихов, Г. Товароведение пищевых товаров. Госторгиздат, Москва 1939.
Инихов, Г. Товароведение пищевых продуктов. Госторгиздат, Москва 1941.
Johanson, A. Ehitusmaterjalid, Tallinn 1936.
Karpov, A. Tähtsamad tööstuslikud ehitused Tallinnas neljandal stalinlikul viisaastakul. „Tehnika" kogumik 2. RK „Pedagoogiline Kirjandus".
Karamelli valmistamise tehnoloogiline protsess kompvekivabrikus „Karamell", ENSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
Kiparissov, N. Raamatupidamise teooria. RK „Teaduslik Kirjandus". Tartu 1946.
Kogerman, P. Meie põlevkivitööstuse päevamuresid. „Plaanimajandus" 1945, nr. 1/2.
Kogerman, P. Eesti põlevkivi. „Eesti Bolševik" 1946, nr. 16.
Курский, А. Материальные балансы. Госпланиздат Москва— Ленинград 1940.
Krik, A. Seebivalmistamise käsiraamat. Tallinn 1936.
Labi, E. Eesti marja- ja puuviljaveinid. Tartu Ülikooli farmatseutilise keemia instituudi toimetused, Tartu 1926.
Luha, A. Eesti NSV maavarad. „Plaanimajandus" 1946, nr. 8/9.
Maddison, O. Eesti kunstkivide tehnilised omadused. Tartu 1941.
Merihein, A. Võimalusi tööproduktiivsuse tõstmiseks ENSV metsatöötlemisel. „Plaanimajandus" 1945, nr. 1/2.
Mutt, A. Metallide lõikamine ja lõiketerad. RK „Pedagoogiline Kirjandus", Tallinn 1947.
NSVL-u rahvamajanduse taastamise ja arendamise viisaastaku plaan. „Plaanimajandus" 1945, nr. 6/7.
Nurme, M. Leivaküpsetamisest kooperatiivide leivatööstuses. „Nõukogude Kaubandus" 1945, nr. 7.
Oengo, H. Põlevkivituhk — väärtuslik tooraine ehitusmaterjalide tootmiseks. „Plaanimajandus" 1946, nr. 1.
Paris, H. Materjaliõpetus I. Tallinn 1939.

Получение газа путем перегрева фракции тунельной печи (докладная записка завода № 9 Газтоппрома СССР), Таллин 1945.
R., A. Toornahkade konservimisest. „Nõukogude Kaubandus" 1945, nr. 1/2.
Радчик, Л. Социалистическое планирование и организация производства (курс лекций в Ленинградском текстильном техникуме). Ленинград 1939.
Rannes, A. Nõukogude Eesti rahvamajanduse taastamise esmajärgulisi ülesandeid. „Plaanimajandus" 1945, nr. 3/4/5.
Rannes, A. Kütteprobleeme Nõukogude Eesti rahvamajanduses. „Plaanimajandus" 1945, nr. 1/2.
Rannes, A. Tööstuse paigutuse sotsialistlikest põhimõtteist seoses Nõuk. Eesti tööstuse taastamise ja edasise kujundamisega. „Plaanimajandus" 1946, nr. 1.
Rannes, A. Nõukogude Eesti tööstuse stalinlik viisaastak. „Tehnika" Kogumik 1. „Pedagoogiline Kirjandus".
Ritso, A. Vooltootmine. RK „Teaduslik Kirjandus". Tartu 1946.
Saar, E. Nõukogude Eesti metsamajanduse probleeme. „Plaanimajandus" 1945, nr. 6/7.
Saku õlletehase tehnoloogiline protsess —, Eesti NSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
Salutaguste tehaste pärmitööstuse tehnoloogiline protsess — Eesti NSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
Saving, V. ENSV elektrifitseerimine uuel viisaastakul. „Eesti Bolševik" 1946, nr. 18.
Смирнов, В. Товароведение пищевых продуктов. Госторгиздат, Москва 1946.
Stahhaanovlik liikumine. „Teadus ja Tehnika" 1941, nr. 2.
Stahhaanovlased uute töövõitude eel. „Eesti tööline" 1946, nr. 1.
Шмелев, С. Химическая технология волокнистых материалов. Гизлегпром, Москва, Ленинград 1941.
Šokolaadi valmistamise tehnoloogiline protsess „Kawe" šokolaadi- ja kompvekivabrikus — Eesti NSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
T., P. Tuulejõu kasutamisest NSV Liidus. „Teadus ja Tehnika" 1941, nr. 3.
Tamm, P. Puutehnoloogia II. Tallinn 1932.
Tamm, P. ja Ussisoo, T. Puutehnoloogia I. Tallinn 1925.
Tepandi, J. Eesti NSV metallitööstuse arengusuundadest. „Plaanimajandus" 1945, nr. 8/9.
Tubakatehase „Leek" tehnoloogiline protsess — Eesti NSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
Tärklise tootmise tehnoloogiline protsess — Eesti NSV Riikliku Plaanikomisjoni tööstusosakonna andmeil.
Ussisoo, T. Metallide tehnoloogia konspekt. Tallinn 1939.
Ussisoo, T. Tehnoloogilisi küsimusi. I osa, Metallitööstus. Tallinn 1934.
Ussisoo, T. Toiduained, I osa. Liha. Tallinn 1937.
Uuemõis, H. Fosforiidid. „Plaanimajandus" 1946, nr. 3.
Veerus, J. Aurukatlad. Tallinn 1931.
Velbri, H. Mööblivalmistamine ja kavandid. Tallinn 1938.

Vihalem, P. Tööaeg kapitalistlikus korras ja nõukogude ühiskonnas. „Eesti tööline" 1946, nr. 3 ja 5.
Wittlich, M. Valitud peatükid tehnoloogiast. Tartus 1927.

C. Ajalehtede materjalid.

Aru, A. ENSV metsatööstus mehhaniseerimisele. „Rahva Hääl" 16. apr. 1945, nr. 90 (1008).
ENSV toiduainete tööstuse suurejooneline areng. „Rahva Hääl" 2. juuli 1946, nr. 128 (1046).
ENSV trükitööstus neljandal viisaastakul. „Rahva Hääl" 7. juuni 1946, nr. 132 (1050).
Eesti NSV tööstuse võimas kasv viisaastakul. „Rahva Hääl" 26. juuli 1946, nr. 174 (1092).
Ehitame soojuse ja valguse lätte Leningradi linnale. „Rahva Hääl" 31. juuli 1946, nr. 178 (1096).
Karotamm, N. Eesti NSV Nõukogude Liidu Ülemnõukogu valimiste eel. „Rahva Hääl" 25. jaan. 1946, nr. 21 (939).
Karotamm, N. NSV Liidu rahvamajanduse taastamise ja arendamise viisaastak ning 1946. aasta plaani täitmine Eesti NSV-s. „Rahva Hääl" 10. apr. 1946, nr. 85 (1003).
Kreenholm. „Rahva Hääl" 11. apr. 1946, nr. 84 (1004).
Lepikson, H. Põlevkivi kasutamise probleemid. „Rahva Hääl" 15. nov. 1946, nr. 267 (1185).
Nuut, J. Nõukogude Eesti teadlaste ülesanded. „Rahva Hääl" 15. märts 1946, nr. 63 (981).
Nõukogude Eesti õitsengu eest. „Rahva Hääl" 2. apr. 1946, nr. 78 (996).
Puusepp, A. Taastagem Eesti lina endine kuulsus. „Rahva Hääl" 3. apr. 1946, nr. 97 (997).
Põhimõisted aurust ja aurukatlast. „Noorte Hääl" 28. dets. 1946, nr. 304 (818).
Põlevkivi meie tähtsam tööstusala. „Rahva Hääl" 12. märts 1946, nr. 60 (978).
Põlevkivitööstus ENSV rahvamajanduse võimsamaks keskuseks. „Rahva Hääl" 12. märts 1946, nr. 60 (978).
Sotsialistlikust töödistsipliinist. „Rahva Hääl" 25. apr. 1946, nr. 98 (1016).
Stokberg, R. ENSV kohalik tööstus viisaastakul. „Rahva Hääl" 23. juuni 1946, nr. 146 (1064).
Täielikult ära kasutada kohalikud väetised. „Rahva Hääl" 3. märts 1946, nr. 53 (971).
„Union" arenemas musterkäitiseks. „Rahva Hääl" 10. sept. 1946, nr. 297 (1215).
Varemeist kerkib suurkäitis. „Rahva Hääl" 9. juuli 1946, nr. 159 (1077).
Vdovin, G. Vabariigi tööstus tõusu teel. „Rahva Hääl" 20. dets. 1946, nr. 297 (1215).

Sisukord.

Lk.

Saateks 3

I. Eesti NSV tööstuse ajalooline ülevaade.

1. Eesti NSV tööstus enne esimest maailmasõda ja kodanlikul ajal 5
2. Ennesõjaaegne olukord 11
3. Okupatsiooniaegsed kahjustused 13
4. Eesti NSV tööstus tänapäeval 14
5. Tööstuse taastamise-arendamise plaan 16
6. Eesti NSV omad toorained ja ressursid 19

II. Põlevkivi.

1. Kütused ja nende kütteväärtus ning kütuse probleem Eesti NSV-s 23
2. Põlevkivitööstuse taastamise-arendamise plaan . . . 28
3. Põlevkivi leiukohad Eestis ja mujal 31
4. Põlevkivi koostis ja omadused 33
5. Eesti NSV põlevkivitööstuse arenemislugu 36
6. Põlevkivi tootmine ja selle mehhaniseerimine . . . 39
7. Töökord kaevanduses, põlevkivi tootmise materjalikulu normid ja kaevurite varustus 44
8. Meie põlevkivitööstus neljanda stalinliku viisaastaku perspektiivis 48
9. Põlevkivi utmine, selle põhijooned ja alused . . . 50
10. Töötamisviisid õlivabrikuis ja nende erinevusi . . . 51
11. Põlevkivi-tooröli 56
12. Bensiin 57
13. Kütteõlid 59
14. Põlevkiviasfalt 60
15. Põlevkivi gaasistamine 61
16. Valgustusgaas ja gaasi tootmine gaasivabrikus . . . 64
17. Tallinna gaasivabrik 67

III. Turvas.

1. Turba osatähtsus Eesti NSV rahvamajanduses . . . 70
2. Turbasoode tekkimine ja nende liigitus 72
3. Turba koostis ja varud 74
4. Meie turbatööstuse arenemislugu 76
5. Turba tootmine ja töötlemine 79
6. Teisi turbatöötlemise viise 84
7. Turba vääristamine 85
8. Turvas põllumajanduses 86

Lk.

9. Turba kasutamine muudeks otstarveteks 86
10. Turbarabade majandusliku kasutamise skeem vastavalt rabade eriomadustele 87

IV. Fosforiit.

1. Fosforiidi osatähtsus meie põllumajanduses . . . 89
2. Fosforiidi leiukohad ja varud 90
3. Eesti fosforiidi koostis 91
4. Eesti NSV fosforiiditööstus 92
5. Fosforiidi tootmine 93
6. Fosforiidi töötlemine 94
7. Rikastatud fosforiit põlluväetisena 98
8. Superfosfaadi tootmine fosforiidist 99
9. Kahe- ja mitmekordse superfosfaadi valmistamine . . 101
10. Fosforhappe valmistamine fosforiitidest 101
11. Väävelhappe tootmise põhijooni 101

V. Ehitusmaterjalid.

1. Ehitusmaterjalide osatähtsus Eesti NSV rahvamajanduses ja selle tööstusharu arenemise perspektiivid . 103
2. Kohalikud ehitusmaterjalid ja nende tähtsus ehitusasjanduses 106
3. Savitööstus 107
4. Lubi 133
5. Portlandtsement 139
6. Silikaatkivid 152
7. Põlevkivituhk toorainena ehitusmaterjalide tootmiseks 155
8. Klaas 159

VI. Metsa- ja puidutööstus.

1. Eesti NSV metsavarud ja nende kasutamine . . . 168
2. Metsa ülestöötamine inimjõul ja mehhaniseeritult . . 169
3. Saeveskid 172
4. Puitkauba sortiment 167
5. Vineer 177
6. Mööblitööstus 182
7. Eesti NSV vineeri- ja mööblitööstus 184

VII. Tselluloos ja paber.

1. Puidu koostis ja tarvitamisvõimalused 186
2. Puitmass 188
3. Sulfit- ja sulfaattselluloos 189
4. Paber 196
5. Eesti NSV tselluloosi- ja paberitööstus 200

VIII. Tekstiiltööstus.

1. Tekstiiltööstuse toorained ja tootmise ulatus . . . 202
2. Tekstiiltööstuse tähtsamad toorained 203
3. Tekstiiltoodete valmistamine 219
4. Värvimine 237
5. Trükkimine 238
6. Mehaanilised apretuurid 238
7. Eesti NSV tekstiiltööstus 240

Lk.

IX. Metallitööstus.

1. Eesti NSV metallitööstuse arenemiskäik, praegune seisund ja arenemisperspektiivid 243
2. Raua ja malmi tootmise tehnoloogilisi protsesse . . 248
3. Terase tootmine 252
4. Malmi- ja terasevalamine 256
5. Legeeritud terased 261
6. Teraste omaduste termilised ja keemilised parandamisviisid 264
7. Terase töötlemine soojalt 266
8. Terase töötlemine külmalt 273
9. Lukussepa- ja montaažtöö 277
10. Tööriistad ja tööriistademajandus 278

X. Toidu- ja maitseainetetööstus.

1. Toidu- ja maitseainetest üldse 280
2. Leivatööstus 282
3. Lihatööstus 291
4. Piimatööstus 299
5. Tärklisetööstus 308
6. Šokolaadi ja karamelli valmistamine 311
7. Tubakatööstus 314

XI. Õlle-, piirituse-, veini- ja mahlatööstus.

1. Õlletööstus 316
2. Piiritus 320
3. Vein 326
4. Mahlatööstus 326

XII. Rasvad ja õlid ning nende saadused.

1. Rasvadest ja õlidest üldse 329
2. Rasvade ja õlide koostis 330
3. Rasvainetest rasvade ja õlide saamisviise 331
4. Seep 334
5. Glütseriin 340
6. Margariin 341
7. Värnits 342
8. Lakid 343
9. Stearin ja küünlad 345
10. Eesti NSV rasvu ja õlisid töötlevaid tööstusi . . . 346

XIII. Naha- ja liimitööstus.

1. Toornahk ja selle üldisi omadusi 347
2. Naha koostis 349
3. Parkained 349
4. Parkekstraktid 353
5. Nahkade parkimise tehnoloogiline protsess 353
6. Naha sordid 358
7. Liim 359
8. Eesti NSV naha- ja liimitööstus 360
9. Jalanõude tööstusliku valmistamise tehnoloogiline protsess 361
10. Eesti NSV jalanõude tööstused 363

Lk.

XIV. Väiksemad tööstusharud.

1. Tuletikutööstus 366
2. Eesti NSV tuletikutööstus 368
3. Kummitööstus 369
4. Sünteetiline kautšuk 372
5. Eesti NSV kummitööstus 373
6. Plastmassid 373
7. Elektrimasinate tööstus 375
8. Raadio ja telefon 375
9. Trükitööstus 375

XV. Jõujaamad ja jõuseadmed.

1. Jõumajanduse olemus ja energia tootmise allikad . . 376
2. Aurukatlad 377
3. Aurukatelde tähtsamad tüübid 380
4. Aurumasin 383
5. Auruturbiin 385
6. Sisepõlemismootorid 386
7. Elektrifitseerimise tähtsus ja Eesti NSV elektrifitseerimine 389
8. Elektrijaamad ja elektrienergia tootmine 391
9. Veejõu kasutamine 393
10. Tuulejõu kasutamine 395

XVI. Tootmise organiseerimise alused.

1. Sotsialistliku tööstuse juhtimise organisatoorsed põhimõtted 396
2. Tootmisprotsesside tüübid 402
3. Sotsialistliku tööstuse juhtimise organisatoorne struktuur 405
4. Tööstusettevõtte direktori, peainseneri, meistrite jne. osatähtsus tootmise organiseerimisel 413
5. Stahhaanovlik liikumine, töö, töödistsipliin ja tööproduktiivsuse tõstmise meetodid 415
6. Varustamine, tööstuse sisetransport ja laondus . . . 429

Teose koostamisel kasutatud kirjandus 445

Kaanejoonise valmistanud V. Tomassov.

Vastutav toimetaja A. Mutt.

Keeleline toimetaja J. Väinaste.

Ladumisele antud 30. I 1948. Trükkimisele antud 19. IV 1948. Trükiarv 2200. Paber 61×86, 1/16. Trükipoognaid 28,25+1 lisa. Trükitähti trükipoognas 49.125. Arvutuspoognaid 34,7 MB-01388. Trükikoda „Tartu Kommunist", Tartu, Ülikooli 21/23. Tellimise nr. 308.

На эстонском языке.

М. Кодрес. Технология важнейших отраслей промышленности Эстонской ССР.

Rbl. 12.—