



B. ROZEN

**ROHELISE
KULLA
KEEMIA**

A-22028

B. ROZEN

ROHELISE KULLA KEEMIA



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1958

Originaali tiitel:

Б. Розен

Химия зеленого золота

Архангельское книжное издательство
1955

Tõlkinud H. Tillemann

Värsid tõlkinud R. Paavel

Teose eestikeelne väljaanne ilmub autori
paranduste ja täiendustega

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

42953

EESSONA

Nõukogude Liidule kuulub metsarikkuse poolest üks esimesi kohti maailmas. Rohkem kui kolmandik meie ääretu kodumaa territooriumist on kaetud metsadega. Suurem osa puistutest laiub maa põhjapiirkondades, Uraalis ja Siberis.

Eesti NSV ei kuulu metsarikaste piirkondade hulka, kuid riigi- ja kolhoosimetsad katavad siiski veidi rohkem kui ühe viiendiku vabariigi territooriumist.

Metsal on rahvamajanduses väga tähtis osa. Iga aastaga suureneb NSV Liidus metsavarumine. Võrreldes 1950. aastaga, on see 1958. aastal tunduvalt kasvanud. Eriti palju metsa varutakse NSV Liidu põhjapiirkondades.

Juba iidsetest aegadest peale kasutatakse puitu majade, sildade ja laevade ehitamiseks, mööbli valmistamiseks ning mitmesuguste muude tööstuses ja majapidamises vajalike esemete ning pakkimisvahendite tootmiseks. Puit on ammust ajast kõige levinumaks kütuseliigiks.

Kui veel sada aastat tagasi tarvitati puitu peaaegu eranditult ainult ehitusmaterjaliks, tarbeesemete valmistamiseks või kütteks, siis käesoleval ajal on tema kasutamisala muutunud erakordselt avaraks.

Puidust, nagu kivisöest ja naftastki, on saanud väärtuslik tooraine keemiatööstusele. Keemilisel töötlemisel muudetakse puit, oksad, pinnud, puukoor ja saepuru mitmesugusteks üteks saadusteks, mis omadustelt ei sarnane sugugi puiduga.

Seniajani läheb raielankidel tekkivateks jäätmeteks kuni 30 protsenti puidust, peamiselt okste näol. Peaaegu kolmandik puidust muutub jäätmeteks saematerjali ümbertöötamisel puidutöötlemistehastes ja mööblivabrikutes. Lauatehaste juures kerkivad saepurust terved mäed.

Keemikud ei tee vahet tükkis puidu ja puidujäätmete vahel. Nad isegi eelistavad jäätmeid, mida on mugavam

kasutada, sest nende peenestamiseks kulub vähem vahendeid ja energiat.

Nõukogude teadlased ja insenerid-novaatorid on välja töötanud palju efektiivseid meetodeid puidu keemiliseks töötlemiseks. Kommunistlik partei ja Nõukogude valitsus on neid töid kõrgelt hinnanud ning omistanud nende autoreile kõrgeid valitsuse autasusid.

Viisaastakute jooksul on nõukogude teaduse ja tehnika saavutuste alusel loodud võimas metsakeemiatööstus, mille tooteid kasutatakse laialdaselt kõige mitmesugusemates tööstusharudes, kogu rahvamajanduses. Nad on vajalikud plastmasside ja paberi tootmiseks, sünteetilise kautšuki ja kunstkiu saamiseks, arstimite ja parfümeeriatoodete valmistamiseks. Metsakemikaale vajatakse mäetööstuses ja metallurgias, naha- ja tekstiilitööstuses, elektrotehnikas ja põllumajanduses.

Tihedas koostöös tootmistöötajatega aitavad ka eesti teadlased oma visa töö ning loova mõttega kaasa puidu ja selle jäätmete kasutamisele meie kodumaa grandioosses kommunistlikus ülesehitustöös.

Kõigest sellest jutustataksegi käesolevas raamatus.



Esimene peatükk
ROHELINE KULD

1. NÕUKOGUDE LIIT — VÕIMAS METSARIIK

Nõukogude Liidu ääretud avarused, mis laiuvad kahel kontinendil ja mille randu uhavad neljateistkümne mere veed, on rohkem kui ühe kolmandiku ulatuses kaetud metsadega. Metsa all on ligi seitsesada miljonit hektarit.

Rohelise kulla — nagu puitu sageli nimetatakse — üldised varud moodustavad meil 40—45 miljardit tihumeetrit ehk umbes 60—70 tihumeetrit hektari kohta.

Tuhandeisse kilomeetreisse ulatuvate pidevate massiividenalaiuvad tihedad metsad Siberis ja Kaug-Idas. Palju on pakse ja läbipääsmatuid metsi ka meie maa põhja- ja kirderajoonides.

Nõukogude Liidus on metsa all olev pindala kaheksakümmend korda suurem kui Itaalias, peaaegu viiskümmend korda suurem kui Prantsusmaal ja Poolas ning viisteist korda suurem kui Rootsis ja Soomes.

Isegi kõige metsarikkamates kapitalistlikes maades — Ameerika Ühendriikides ja Kanadas — kokku on vähem metsa kui Nõukogude Liidus.

Ühe elaniku kohta tuleb meie maal metsa sada korda rohkem kui Inglismaal, kolmkümmend korda rohkem kui Itaalias, viisteist korda rohkem kui Prantsusmaal ja Poolas.

Mõnedel meie suurtel metsamajanditel — näiteks Arhangelski või Kirovi oblastis, Karjalas või Ussuuri krais — on

metsa nii suurel hulgal, et see võrdub Taani, Belgia ja Hollandi metsaressurssidega.

Nõukogude Liit on kuulnud mitte ainult oma metsaval duste ulatuse, vaid ka puuliikide rikkaliku mitmekesisuse poolest.

Kesk- ja lõunavöötme metsades, Krimmis ja Kaukaasias kohtame metsapatriarhi — võimsat tamme, millest laulavad maailma kuulsaimad poeedid ja mida ülistatakse paljude rahvaste iidsetes pärimustes ning muinasjuttudes.

Muistsel ajal suhtuti tammesse suure armastuse ja lugupidamisega, talle omistati üleloomulikke omadusi.

A. S. Puškin kirjeldab poemis «Ruslan ja Ludmilla» värvikalt võlutamme:

Tamm roheline taamal mühab,
kus randa uhab merekäär.
Kass õpetatud kõnnib üha
kuldketi otsas ringi sääil.

Slaavlased pidasid tamme pühaks puuks ja nikerdasid temast müristamise ning välgu jumala Peruni kujusid.

Roomlaste arvates oli tamm kõige ilusam puu; nad nimetasid teda seepärast «quercus» (ladina keeles — «ilus puu»).

Selle puuliigi väärtuslikud omadused — suur tugevus ja töötlemisel saavutatav ilu — löid talle teenitud kuulsuse mitte ainult poetide ja metsakasvatajate, vaid ka puusepade ja mööblimeistrite hulgas.

Tamme lahutamatuks kaaslaseks metsas ja võistlejaks mitmesugustel kasutuseladel on saar.

Lõunapoolsetes mägistes metsades kohtame pööki, valgepööki (karpinust), jugapuud ja pähklipuud, Kaukaasias Musta mere rannikul aga isegi kaugest Austraaliast toodud eukalüpti.

Pöögipuit on valkjas, punaka varjundiga. Ta kooldub väga kergesti ning seepärast kasutatakse teda koolutatud mööbli valmistamiseks (toolid, tugitoolid, kiiktoolid jne.). Pöögipuidust tehakse ka parketti, saapaliiste, võitünne.

Valgepöögil (karpinusel), mida leidub Edela-Ukrainas, on väga tihe puit. Sellest valmistatakse veskihammasrataste hambaid, põllutöömashinate ja tööriistade osi, treitakse välja mitmesuguseid väikesi tehnilisi detaile.

Pähklipuu ja jugapuu kõva puit on hinnatud materjal elegantse mööbli valmistamiseks. Raskest, tihedast helepruunist eukalüptipuidust aga tehakse poste ja liipreid

ning ehitatakse maju. Suhhuumis leidub mitu eukalüptipuidust ehitatud maja.

Kesk-Aasia vabariikide — Turkmenistani, Usbekistani ja Kasahstani poolkõrbetes ja kõrbetes kasvavad käharad saksauulisalud. Saksauul on põhjamaalase silmis hoopis ebaharilik puu. Tema tüvi on jändrik, kõige kummalisemalt väändunud. Saksauul kasvab peamiselt solontšakkidel, mistõttu tema puit sisaldab palju sooli, eriti soodat. Tonnist saksauulituhast võib saada ligi 1000 kg kristallilist pesusoodat või 370 kg veevaba kaltsineeritud soodat.

Meie maa on rikas ka viljapuudest. Fergana orgudes, Aserbaidžani eelmäestikes ja Abhaasia mägedes kasvavad metsikud õunad, kirss-ploomid, tuhkpuumarjad, rohelised ehk pistaatsiamandlid, granaatõunad ja paljud teised mahlakad söödavad puuviljad. Lõunapiirkondades võib igal aastal koguda sadu tuhandeid kilogramme kastaneid. Kui Siberi metsade aastane seedripähklisaak töödelda õliks, võiks sellega rahuldada kogu maailma taimeõli-vajadused.

Liikudes lõunast põhja poole, kohtame keskvöötmes kõigile armsat kaske. Nagu tagasihoidlikud, häbelikud mõrsjad seisavad noored kased kevadel oma valges pidurüüs.

NSV Liidus on teada 16 kaseliiki. Kasepuit on õige raske ja kõva; sellest valmistatakse mitmesuguseid tislери- ja puutremistooteid. Kasetohust aga tehakse juba mäletamatutest aegadest peale korvikesi ja karbikesi.

Hiljuti leidsid nõukogude arheoloogid prof. A. V. Artsihovski juhtimisel iidse Novgorodi tänavate väljakaevamistöodel kasetohutükke, mille peale olid kraabitud kirjatähed. Tol ajal paberit veel ei tuntud ning novgorodlased kasutasid laialdaselt kasetohtu äriliseks ja erakirjavahetuseks. On leitud üle neljakümne mitmesuguse kirja ja dokumendi, mille tekst on terava luunõelaga kraabitud kasetohule.

Kasepungi kasutatakse juba vanast ajast arstimina. Neis leidub vitamiine, millega võib ravida skorbuuti.

Kui varakevadel enne pungade puhkemist teha sisselõige kasetüvesse, siis voolab sellest «haavast» välja magus mahl, mida võib päevas koguda mitu liitrit. Valgevenemaal valmistatakse kasemahlast maitsvat kalja.

Kase-küttepuidu kõrge kütteväärtus on ammu tuntud. Põledes annavad nad suuremat kuumust kui kuuse- ja männi-küttepuid.

Kasepuitu tarvitatakse laialdaselt ka mitmesuguste

keemiatoodete valmistamiseks. Ühest tihumeetrist kasepuidust võib saada 10—12 kilogrammi äädikhapet ja 2 kilogrammi metüülpiiritust.

Kasepuu kasulikud omadused on rahvasuu poolt jäädvustatud muistses vene mõistatuses:

Puu nagu ime
värvilt roheline —
saab temast nelja liiki tulu:
esiteks — haigetele tervist (saunaviht),
teiseks — valgust pimeduse vastu (peerg),
kolmandaks — nõdrukestele mähkmeid (katkiste nõude
sidumine kasetohuga),
neljandaks on ta inimestele kaevuks (kasemahl).

Keskvöötme metsades kohtame ka pärna — varjukate parkide ja kaunite linnapuiesteede üldtunnustatud ehet, leinapaju, mis valib oma kasvukohaks jõgede ja järvede kaldad, ning värisevat haaba — tuletikkude «ema».

Pärnapuidust voolitakse lusikaid, valmistatakse mänguasju ja mööblit; niinest punutakse viiske, matte ja roguskit. Pärnaõisi kasutatakse iidsetest aegadest arstimina, samuti likööride ja napside valmistamisel. Hinnatud on ka pärnamesi oma hea maitse ja raviomaduste tõttu.

Ilusal sügispäeval imetleb teekäija tahtmatult pihlakat, mis on täis erepunaseid marjakobaraid. Paljud rahvad ülistavad teda kui armastuse sümbolit. Tulvil kaastunnet on ilusa vene laulu sõnad:

Miks sa aina õõtsud,
pihlapuuke sale,
latva kummardades
nõnda sügavale?
Kas sa teispool jõge
tamme siis ei silma,
kes on nagu mina
ükski ilmast ilma?
Tahaks üle veegi
tamme juurde jõuda,
siis ei saa mult keegi
kummardusi nõuda.

Mida kaugemale põhja poole, seda rohkem tõrjutakse lehtpuuliigid välja okaspuude poolt, mis moodustavad üle 75 protsendi kõigist meie metsadest. Okaspuudel, millest koosneb suurem osa metsi mitte ainult meil Nõukogude Liidus, vaid üldse kogu maailmas, on veel suurem tööstuslik ja rahvamajanduslik tähtsus kui lehtpuudel.

Vaadake uhket, sirget mäнди eredavärvilise punase

vasena helkiva tüve ja igirohelise krooniga — ta on ehitajate ja metsakasvatajate parim sõber. Vähenõudlik maa-pinna headuse suhtes, paistab ta silma oma kasvukiiruselt. Mänd ei karda öökülmasid ega ka kõige kärmimat talve. Seepärast kasutatakse teda laialdaselt liivaste alade metsastamisel, samuti mitmesugustel metsamelioratsioonitöödel. Männipuidust mastid ja raad kandsid kindlalt rootslasi purustava Peeter Esimese laevastiku purjesid.

Pomoorid kündsid arhangelski puidust ehitatud kõrgepardalistel paatidel juba kauges minevikus julgelt Valge mere ja Põhja-Jäämere karme laineid. Korduvalt võttis sellistest ohtlikest teekondadest osa ka noor M. V. Lomonosov koos oma isa, Holmogorõ talupojaga.

Vist küll ennekiike männi kohta käivad nõukogude poeedi S. J. Maršaki sõnad:

Istutad metsa — suurt kasu sa saad,
kasvavad puudest ju mastid ja raad,
ruhvid ja laevatekk, kaared ja kiil —
ohutu reisida on iga miil.

Kõrvuti männiga näeme kuuske. Kuusepuul on meie maa rahvamajanduses suur tähtsus. Kuusepuut on hinnatud mitte ainult ehitus- ja tarbematerjalina, vaid ka põhilise toorainena paberi, kunstiidi ja tsellofaani tootmisel. Ühest tihumeetrist kuusepuidust võib saada 200 kilogrammi tselluloosi ja 160 kilogrammi kunstiidi.

Siberis, Kaug-Idas ja Põhjas on kuulus ka teine kiidetud okaspuu-sugukonna liige — lehis, mis on saanud oma nime sellest, et ta igal sügisel nagu lehtpuudki heidab maha oma leherüü.

Tugevuselt on lehisepuit peaaegu võrdne tammega. Ta ei mädane vees. Lehisest tehtud immutamata liiprid peavad mitu korda kauem vastu kui teistest puuliikidest valmistatud immutatud liiprid. Doonau jõel on säilinud veaalused vaiad sillast, mille ehitasid roomlased ligi kaheksateist sajandit tagasi. Lehise koorest saadakse suurepäraseid parkaineid. Praegusel ajal ei kasutata lehist veel peaaegu üldse keemiatööstuses toorainena, kuid tulevikus on ta kahtlemata väärtuslikuks lähtematerjaliks kummivaikude ja piirituse tootmisel.

Okaspuumetsades kasvab peale kuuse, männi ja lehise ka veel nulg. Siberis on laialdased nulumetsad. Seda puud kasutatakse ehitustöödel veel vähe, temast tehakse vaid katusepilpaid. Eriti hinnatud on aga nuluekstrakt, mis sisal-

dab tervistavat palsamit. Nuluekstrakti kasutatakse edukalt haavade ravimiseks.

Meie rahvas armastab metsa ja hoolitseb tema eest hella- lalt. Vene metsa ilu on ülistatud lauludes, kirjeldatud värs- sides ja proosas väljapaistvate luuletajate ning kirjanike poolt; seda ilu on kujutanud oma suurepärasel lõuenditel ka andekad maalikunstnikud. Šiškini, Levitani ja teiste vene kunstnike maalid on võitnud maailmakuulsuse.

Meie kodumaa on metsadest mõõtnatult rikas, kuid need pole tema territooriumi ääretutel avarustel jaotatud kau- getlki ühtlaselt. Üle 70 protsendi metsadest kasvab Uraali taga. NSV Liidu Euroopa-osas, kus elab peaaegu 80 protsenti elanikkonnast ja paikneb suur osa tööstusest, on vähem kui 30 protsenti metsadest. Ja seegi mets on NSV Liidu Euroopa-osas jaotatud samuti ebahõltselt. Rostovi oblast on metsa poolest sada korda vaesem kui Vologda või Arhangelski oblast. Peaaegu 60—70 protsenti metsa- dest kasvab põhja- ja kirderajoonides, kuna lõunas laiuvad ääretud stepid.

Tsaari-Venemaal hävitas metsarikkusi metsatöösturite röövmajandus. Ilma igasuguse plaani ja süsteemita raiuti halastamatult maha terved sajanditevanused metsamassiivid.

Eredalt ning värviküllaselt kirjeldab röövellikku metsa- raiumist suur vene poeet N. A. Nekrassov poemis «Saša».

Sašake nuttis, kui mets võeti maha,
praegugi mõelda tal sellest on raske,
kui palju oli siin kaharaid kaski!
Hoidus seal lodjapuu kuuskede varju,
kiigutas kobaras punaseid marju,
võrsus ja kasvas seal tammeke noor...
... Kord aga ilmusid kirvega mehed —
ragises, tuikus ja oigas siis mets.
... Jalapealt niidetud, varises haavik,
raksudes murti kõik sihvakad kased,
juurtega juuriti jändrikud tammed.
... Sašake sinna ei tõstnudki jalga
enne kui päev teinud kuu aega rände,
siis ta vaid leidis sealt tuhandeid kände.

Niisugune puistute raiumine paljude aastakümnete vältel viis selleni, et meie maa tööstusrajoonidesse peaaegu enam ei jäänudki metsa. Kuid metsade taastamisega ei tahtnud kapitalistid tegelda. Kapitalistlikule majandamisviisile ei ole omane mahutada kapitale ettevõtteisse, mis hakkavad

tulu andma alles aastakümnete pärast. Seni kuni mets kasvab, on ju vaja oodata nelikümmend-viiskümmend aastat.

Alles meie sotsialistlikus metsamajanduses kadus stiihiline, röövellik metsa raiumine. Metsa raiutakse nüüd plaanikindlalt, rangelt teaduslikul alusel ja vastavalt rahvamajanduse tegelikele vajadustele. Väikeste kapitalistlike ettevõtete asemele on astunud suured sotsialistlikud majandid.

Partei ja valitsus hoolitsevad väsimatult olemasolevate metsade säilitamise ning uute kasvatamise eest. Nõukogude metsateadlased otsivad üha täiuslikumaid meetodeid metsarikkuste suurendamiseks.

2. METSA-AVARUSTES

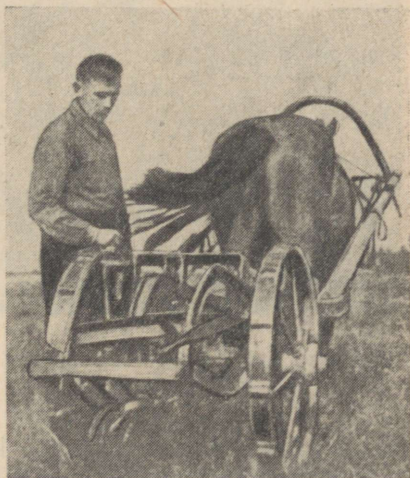
Eesti metsateadlastel tuli eriti palju töötada pärast Suurt Isamaasõda vabariigi tugevasti kannatada saanud metsade taastamiseks.

Eesti kodanliku valitsuse võimutsemise ajal ja saksa fašistliku okupatsiooni aastail hävitati vabariigis halastamatult palju metsi.

Raskeid haavu löid metsamajandusele fašistlikud okupandid. On välja arvutatud, et eesti metsamajandusele sõja ajal tekitatud kahju moodustab 124 miljonit rubla.

Metsateadlaste, inseneride ja metsamajandite tööliste üksmeelsete jõupingutustega raviti kiiresti haavad, mis olid puistutele löödud sõja tagajärjel.

Viimase kümne aasta jooksul on vabariigis istutatud metsa rohkem kui 85 000 hektarile. Uusi metsi kasvatatakse ja noori puistuid hooldatakse teaduslikul alusel.



Vihterpalu metskonnas konstrueeritud masin pinnase ettevalmistamiseks enne metsakülvi.

Metsakultiveerimistöid mehhaniseeritakse järjest rohkem. Seal, kus pole kände, töötavad kõrvuti hobustega ka traktorid. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi metsasektor töötas välja metsaistutamise meetodi, mille puhul kasutatakse traktorisügavküüdi. Selle meetodi järgi teostati viimastel aastatel vabariigi mitmes suures metsamajandis ulatuslikke metsaistutustöid vanadel männimetsapõlendikel.

Metsamajandite töölisel hoolitsevad noorte puistute eest suure armastusega. Nad võistlevad omavahel edukalt taimede parima juurdumise saavutamiseks.

Eriti häid tulemusi noorte metsakultuuride eest hoolitsemisel on saavutanud Saaremaa metsamajandi töölisel Richard ja Oskar Uus, Elva metsamajandi tööliste brigaad eesotsas Arnold Haavistega ja paljud teised.

Eesti töötajad peavad metsa kalliks ja hoiavad teda. Igal kevadel viiakse vabariigis läbi metsapäev. Sellel rõõmsal päeval võtavad kümned tuhanded kooliõpilased, kommunistlikud noored, töölisel ja teenistujad osa metsakülvamisest ja -istutamisest, asulate ja linnade haljastamisest. Pioneer-, komsomoli- ja ametiühinguorganisatsioonid korraldavad loenguid ja vestlusi sellest, kuidas on vaja säilitada ja kaitsta metsarikkusi, organiseerivad väljasõite ja jalutuskäike ümbruskonna metsadesse.



Õpilased pühapäeval uut metsa istutamas.

Peaaegu pool Eesti NSV riiklikest metsadest kasvab soostunud pinnasel. Märjal pinnasel aga kasvavad puud aeglasemalt ning looduslik juurdekasv on sellistes metsades väiksem. Seepärast pühendavad metsakasvatajad

erilist tähelepanu metsaalade kuivendamisele. Käesoleval viisaastakul kuivendatakse üle 100 000 hektari soostunud metsi.

Juba mitu aastat tagasi seati täielikult korda kõik vanad kuivenduskraavid ja hakati ulatuslikult rajama uusi.

Tamsalus organiseeriti spetsiaalne masina-metsakuivendusjaam, mis on varustatud uusimate ekskavaatorite, buldoosrite, kännujuurimismasinatega ja muude vajalike mehhanismidega. Masinad kergendavad mullatöölise rasket tööd ja võimaldavad kiiremini rajada kuivenduskraave.

Iga aastaga laieneb tööde mehhaniseerimine kuivendusüsteemide ehitamisel Eesti metsades.

1950. aastal töötas näiteks kraavide kaevamisel ainult 1 ekskavaator, 1955. aastal aga oli neid juba 14. Viimastel aastatel on suurenenud ka teiste mehhanismide arv kuivendustööl.

Masina-metsakuivendusjaamas töötavad mehhanisaatorid tõstavad pidevalt oma tööviljakust. Kui 1951.—1952. a. ületasid parimad ekskavaatorijuhid norme kuni 170%, siis juba 1953. aastal ületas vanemekskaatorijuht norme 228%.

Eesti NSV Põllumajanduse Ministerium on Tamsalu masina-metsakuivendusjaama korduvalt premeerinud kõrge töötootlikkuse eest.

Veelgi hoogsamaks muutub kuivendustööde mehhaniseerimine käesoleval viisaastakul. Vabariigis hakkab tööle veel üks masina-metsakuivendusjaam.

Lähematel aastatel tehakse ulatuslikke töid ka metsade pindalade suurendamiseks maade arvel, mis ei sobi kõrsja aedviljade kasvatamiseks — eriti Põhja- ja Loode-Eesti metsavaestel aladel ning saartel.

Metskondade ja metsamajandite töölisel, tehnikud ja insenerid võitlevad tulevikus veelgi suurema entusiasmiga metsamajanduse tõusu eest kuuendal viisaastakul.

3. TEHAS LAGEDA TAEVA ALL

Tihe mets laiub roheline müürina. Määratute muinasjutuhiiglastena seisavad sammaldunud kuused; vaevalt märgatavalt kiigutavad oma kuldseid kroone sirged männid; aeg-ajalt vilksatavad tihnikus noorte kaskede lumivalged tüved.

Kuid ootamatult taandub metsamüür kahele poole ja tee väljub metsasihile. Silmale avaneb vaade töös pulbitsevale «metsavarumistehasele». Iidse tihniku vaikust täidab mootorite põrin, elektrisaagide undamine ning traktorite ja raudteerongide mürin.

Metsatööstuskeskus ei ole harilik tehas. Siin pole ei seinu,

lagesid ega põrandale kinnitatud tööpinke; puuduvad ka laealuseid rõõpaid mööda liikuvad tõstekraanad. Kõik tööd tehakse lahtise taeva all.

Vaadake — aeglaselt nagu hiiglaslik terasest kilpkonn liigub oma roomikutel buldooser. See on suurepärase masin, mis aitab metsatöölistel ette valmistada teed raielangi juurde. Buldooser juurib välja kännud, koorib maha pinnase pealiskihi koos rohu ja mätastega. Kui vaja, tasandab ta kraavid ja kuhjab üles mullavallid. Vahetuse jooksul suudab buldooser kahekümne meetri kaugusele teisaldada umbes üheksasada kuupmeetrit pinnast.

Kui raielank on ette valmistatud, tuuakse kohale teisaldatav elektriyaam, mis käivitab elektrisaed, annab voolu laadimis- ja kokkuveomehhanismidele ning valgustab metsavarumistehase tööplatse öisel ajal.

Selles ebatavalises tehases algab tööpäev vara.

Elektrisaagidega varustatud saagijad liiguvad kiiresti puu juurest puu juurde. Elektrisaag undab ja hiiglatüved



Puude langetamine bensiinimootorsaega Tudu metsapunktis.

langevad nagu niidetult. Uks tööline suudab vahetuses elektrisaega langetada sada viiskümmend tihumeetrit puid. Käisaga kuluks selleks kuu aega.

Langetajate järel tulevad laasijad. Nende töö nõuab 4—5 korda rohkem aega kui puude langetamine. Praegu hakatakse ka seda töömahukat operatsiooni mehhaniseerima.

Metsavarumise Mehhaniseerimise ja Energeetika Teadusliku Uurimise Keskinstituudi kaastöölised koos Metsatööstusele Mehhanismide ja Tagavaraosade Tootmise Peavalituse Riia tehase töötajatega konstrueerisid vahetatavate lõikepeadega käeskantava elektri-oksaloikaja. Väikesed oksad lõigatakse maha ketassaega, suured oksad aga kett-sae abil. Elektrioksaloikajaga võib tööline vahetuse jooksul laasida kolm korda rohkem oksa kui kirve abil.

Kui puud on laasitud, sõidab nende juurde võimas kokkuveotraktor. Rasked tüved kinnitatakse spetsiaalsete trosside külge, mida metsavarujad nimetavad silmustrossideks ehk tšokeriteks, ja kogutakse kogumistrossi abil kimpu.

Veel silmapilk, ja traktorist lülitab sisse vintsi. Trossid tõmbuvad pingule ja tšokeritega osavasti silmustatud laasitud tüved lohisevad traktori poole.

Teraskilbi ja vintsi abil tõmbab traktorist tüvede otsad traktorile, mis veab tüved autotee või kitsarööpmelise raudtee äärde. Vahetuse jooksul jõuab traktor raielangilt kokku vedada kuni sada tihumeetrit puitu. Sellise hulga puidu vedamiseks vajati varem kahtkümmend hobust.

Metsa mehhaniseeritud kokkuveoks kasutatakse ka vintse koos vastavate abimastide ja takelaažiga. Vintsidega kokkuveol lohistatakse tüvesid ladvad ees; traktorkokkuveol on aga viimasel ajal hakatud praktiseerima tüvede lohistamist tüükad ees.

Eesrindlikes metsatööstuskeskustes juurutatakse praegu laialdaselt täiuslikumat kokkuveomeetodit — puude traktorkokkuvedu koos võradega, tüükad ees.

Sellel meetodil on terve rida paremusi laasitud tüvede kokkuveoga võrreldes. Võradega puude kokkuveo puhul on võimalik paremini kasutada elektri-oksaloikajaid, tõsta laasijate tööjõudlust, organiseerida laasimist ja okste põletamist teatud kindlas kohas jne.

Rakvere ja Pärnu metsatööstuskeskuse metsavarujad töötasid 1955. aastal välja eesrindliku meetodi töö paremaks organiseerimiseks metsa mehhaniseeritud kokkuveol.

Varem töötasid raielankidel suured brigaadid (20—25

inimest), kus töö oli jaotatud funktsionaalsel põhimõttel (langetajad, laasijad, silmustajad jne. teostasid ainult üht tööoperatsiooni). Uue meetodi järgi loodi väikesed kompleksbrigaadid (4—5 või 8—9 inimest) ühe kokkuveotraktori baasil, kusjuures brigaadiliikmed hakkasid teostama kõiki tööoperatsioone ühiselt. See võimaldas tunduvalt paremini kasutada mehhanisme ning vältida tööseisakuid operatsioonide vaheaegadel. Selle tulemusena tõusis tööjõudlus kahekordseks.

Uut meetodit rakendasid esimestena Rakvere Metsatööstuskeskuse meistrid A. Hollo ja T. Kirsimägi. Praegu juurutatakse seda meetodit paljudes metsatööstuskeskustes ka väljaspool Eesti NSV-d.

Laadimisplatsil (autotee või kitsarööpmelise raudtee ääres, nn. «ülemises laos») jätab kokkuveotraktor oma raske lasti maha ja suundub uuesti metsa järgmise laadungi järele.

«Ülemisse lattu» toimetatud tüvede laadimine toimub kraana või vintsi abil. Laadijad valmistavad trossi abil tüvedest paraja kimbu; siis käivitatakse vints, mis tõmbab kimbu ligemale, tõstab selle üles ja laseb sujuvalt langeda kitsarööpmelisele platvormvagunile. Laadimiseks kasutatakse mõnikord ka traktorkraanat — kokkuveotraktorit, millele on täiendavalt külge monteeritud laadimisnool. «Tarkade» mehhanismide abil edeneb töö kiiresti.

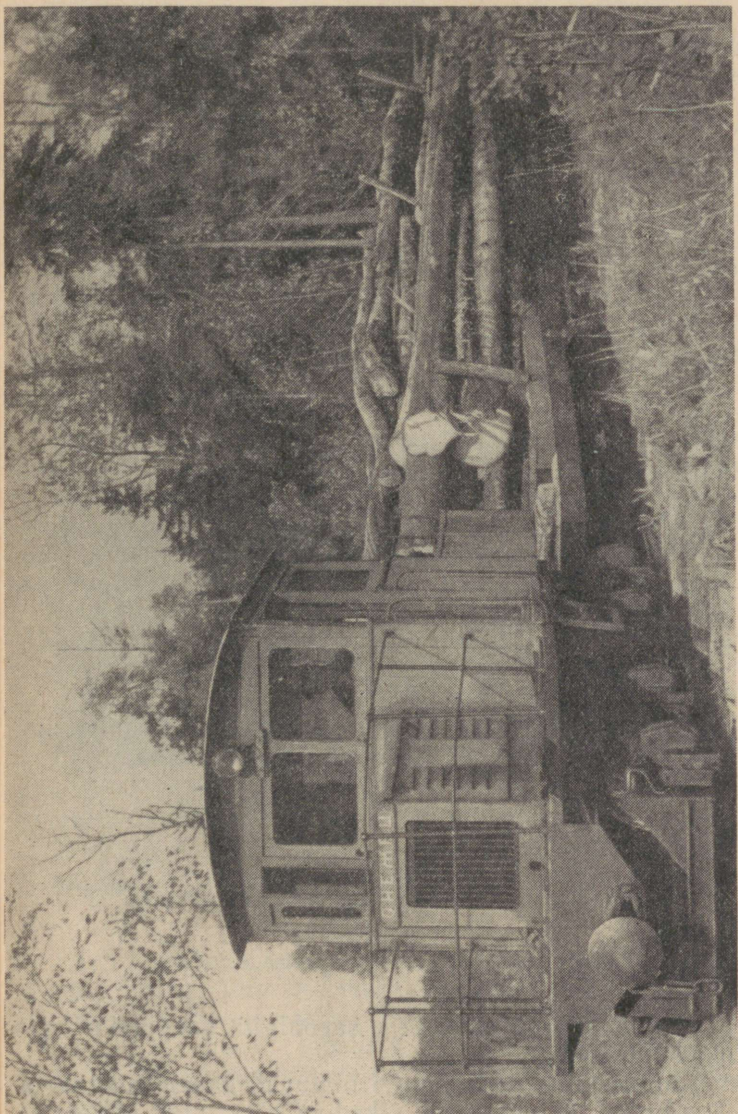
Viimaks on laadimine lõppenud. Kõlab veduri vile ja rong hakkab liikuma, viies mitmetonnise laadungi niinimetatud «alumisest lattu». See on keskpunkt, kuhu suunatakse tüved kõigilt raielankidelt.

Sellega aga nende teekond ei lõpe. Rong sõidab «alumisest lao» järkamisplatsile ja seal hakkab töötama mahalaadimisagregaat. Laadimistööline seob tüvekimpude ümber jämeda terastrossi, mis keritakse mahalaadimisagregaadi võimsa vintsi trumlile.

Terastrossid lohistavad raske koorma platvormvagunilt estakaadile.

Mahalaadimisagregaat laadib platvormvaguni tühjaks mõne minutiga; ta suudab asendada 28 laadijat.

Estakaadil järgatakse tüved elektrisaagide abil palkideks, mis seejärel sorteeritakse pikkuse ja jämeduse järgi ning laotakse vastavatesse virnadesse. Palkide virnaladumine on nüüd samuti mehhaniseeritud. Kett-transportööri metallrennis liiguvad nagu sügavat jõesängi mööda pideva voo-



Uus mootorvedur puude väljaveol Rakvere metsatööstuskeskuses.



Palkide mehhaniseeritud laadimine autodele.

luna virnade juurde ehitus- ja saepalgid, kaevandustugi-puud ja liipripakud.

Metsamaterjalivirnade juurde ulatuvad ka üldkasutatava raudtee harud. Siia sõidavad pikad raudteerongid ja veavad puidu meie ääretu kodumaa mitmesugustesse paikadesse.

Eesrindliku kodumaise tehnikaga varustatud NSV Liidu

metsavarumistööstus on nüüd maailmas esimesel kohal. Viisaastakute jooksul on maa kattunud suurte metsatööstuskeskuste võrguga.

Varem tühjades taigakolgastes on ehitatud sajad uued lauatehased, kümned tselluloosi- ja paberikombinaadid, mööbli-, vineeri- ja tuletikuvabrikud.

Maa mitmesugustes rajoonides — Karjalas, Volgamaadel, Ukrainas, Siberis, Kaug-Põhjas on loodud puidu ja tema jäätmete keemilise töötlemise baasil uued tööstusharud, mis toodavad plastmasse, toidupärmi, meditsiinilisi preparaate, etüülalkoholi.

Meie vabrikutes ja tehastes töötatakse igal aastal ümber miljoneid tihumeetreid metsa. Kui need asetada kõrvuti ühte ritta, võiks sellise lindiga võötada mitu korda kogu maakera. Kui aga ehitada NSV Liidus aasta jooksul varutud metsast torn põhjapindalaga 1 ruutmeeter, ulatuks torni tipp Kuu pinnale.

Veelgi enam suureneb metsamaterjalist valmistatava toodangu hulk kuuendal viisaastakul. Metsavarumise areng käesoleval viisaastakul võimaldab suurendada tarbepuidu väljavedu 42 protsendi võrra, uute lauatehaste ehitamine aga võimaldab anda täiendavalt 16,5 miljonit tihumeetrit saetud materjale.

Eesti metsavarujad võitlevad koos NSV Liidu teiste vabariikide ja oblastite metsatööstuskeskuste töötajatega metsa väljaveo riiklike ülesannete eduka täitmise ja ületamise eest.

Pidevalt kasvab tootlikkus, suureneb tarbepuidu tootmine, alaneb omahind.

Eesti metsavarujad täidavad auga kuuenda viie aasta plaani ülesanded, mis on ette nähtud NSV Liidu Kommunistliku Partei XX kongressi direktiivides.

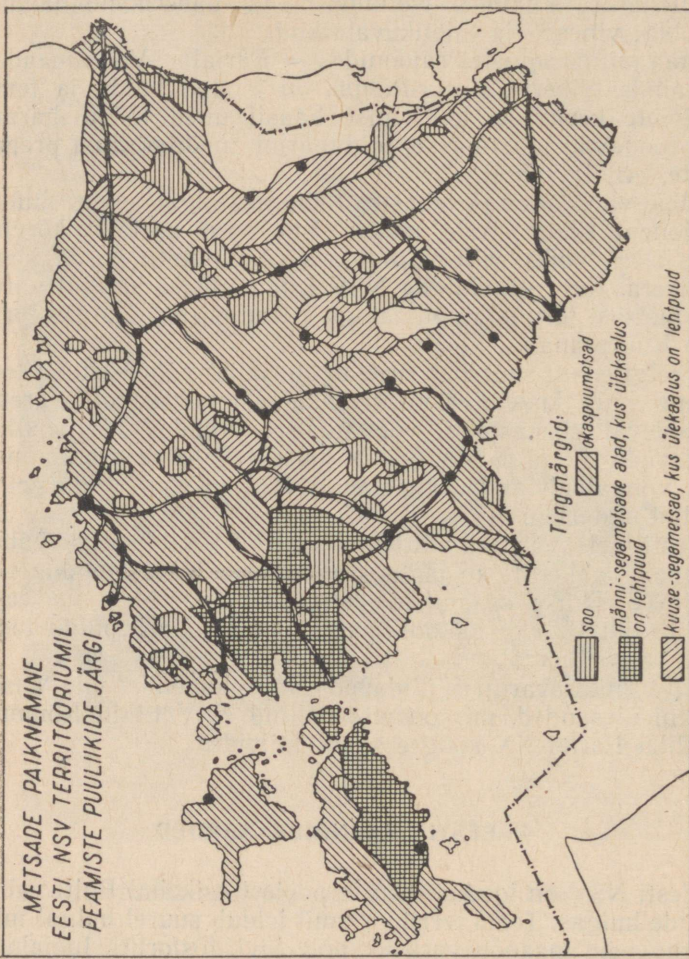
4. EESTI TASANDIKE AARDED

Eesti NSV on loodusrikkuste poolest esikohal Balti vabariikide hulgas. Tema territooriumil leidub suurel hulgal mitmesuguseid maapõuevarasid: põlevkivi, fosforiiti, lubjakivi, dolomiiti jt., mis on tööstusele väärtuslikeks tooraineteks.

Vabariigi loodusrikkuste hulka kuulub ka «roheline kuld» — mets.

Metsad ja võsad katavad peaaegu $\frac{1}{3}$ Eesti NSV territooriumist. Kuid nad ei jaotu ühtlaselt. Kõige rohkem metsa

METSAD E PAIKNEMINE
EESTI NSV TERRITOORIUMIL
PEAMISTE PUULIIKIDE JÄRGI



Tingmärgid:

- soo
- okaspuumetsad
- männi-segumetsade alad, kus ülekaalus on lehtpuud
- kuuse-segumetsad, kus ülekaalus on lehtpuud

on vabariigi põhjaosas. Avaral väikeste künkaahelikega tasandikul, põldude ja aasadega vaheldudes, laiuvad metsad ja salad. Esikohal neis metsades on männid ja kuused.

Vabariigi kirdeosas on palju männimetsa. Jõhvi metsamajandis kohtame turba-soodest palistatud liivastel küngastel tihedaid männisalusid.

Väga ilusad on männimetsad, mis kasvavad kuivadel liivastel pinnastel vabariigi kagu- ja lõunaosas — Võru, Valgamaa ja Veriora metsamajandis. Neis paigus leidub ka kuuse-männi segametsi. Puud kasvavad seal kohati 35 meetri kõrguseks.

Kõige rohkem männimetsi on Soome ja Riia lahe kallastel. Võimsa rohelise ribana kulgevad männimetsad piki rannikut vabariigi loode- ja põhjaosas, hõivates ka Saare- ja Hiiumaa. See on suurim männiküte rajoon.

Metsa kvaliteet ja tema koostis sõltub suurel määral pinnast ja toitumistingimustest. Kuusk näiteks ei armasta soist pinnast, kus on vähe hapnikku, tal on raske kasvada ka kividel, kuna mänd seevastu kohaneb paremini kivise ja soise maapinnaga.

Kuna elanikkond muutis möödunud sajandite jooksul kõik viljakad maad põlluks, säilisid metsad enamasti vaid kehvadel liivastel pinnastel või soostunud aladel.

Rannaäärsetel aladel kasvab osa mände liivaluidetel; nad kinnistavad liiva ja vähendavad meretuulte mõju. Rannikul ja saartel on puud kasvult väiksemad kui sisemaa küngastel. Kuigi mänd eelistab kuiva liivast maad, võib teda siin kohata ka õhukese mullakihi kaetud paepinnal.

47 protsenti kõigist vabariigi puistutest on männimetsad, 20 protsenti — kuusemetsad. Puhtakujulisi kuusikuid näeme väga harva. Kuid kuusk domineerib siiski Kesk-Eesti metsades, mis kasvavad peamiselt liivsavist koosnevatel moreenkõrgendikel. Kõige rohkem on kuuski Järvamaa, Suure-Jaani, Tartu ja Kurista metsamajandis.

Kuigi kuuski ja mände on hulgalt peaaegu 70 protsenti kõigist ülejäänud puuliikidest ja nad katavad umbes $\frac{2}{3}$ kogu metsa all olevast maast, moodustab siiski kõige suuremaid metsamassiive peamiselt kaskedest ja kuuskedest koosnev segamets. Segametsad levivad laia ribana Soome lahe rannikult lõunasse, ääristavad Peipsi järve kaldaid, haaravad oma alla Võrtsjärve soostunud madalmiku ja Pärnu jõe alamjooksu.

Neis rajoonides, mis asuvad Jõhvi, Tudu, Pärnu ja

Kilingi-Nõmme metsamajandi territooriumil, kannatab pinnas liigniiskuse all. Selle tõttu tegeldi seal minevikus põlundusega vähem — ehkki viljakaid maid on seal rohkem kui Eesti muudes osades — ja hävitati vähem metsi.

Segametsades kohtame kase kõrval ka haaba ja leppa, millega koos kasvavad veel jalakas ja saar.

Haavapuude sinakad tüved paistavad kõige enam silma Tartu, Elva ja Suure-Jaani metsamajandi lehtmetsades vabariigi kesk- ja idaosas.

Sangleppa ja valgeleppa võib kõige sagedamini leida madalates kohtades, jõgede ja ojade läheduses.

Tamme, jalakat ja künnapuud kohtame Eesti NSV territooriumil palju harvemini. Nad esinevad vaid kohati kaasliikidena ja moodustavad ainult 0,3% metsast.

Süngete sammaldunud kuuskede foonil eretab sügispäikeses pihlakas oma purpurpunases ehtes, kuldkollasena seisab laiaharuline vaher; metsaserval aga painutab haraline paju oma nõtket pihta järve kohale.

Eesti metsades ja parkides kasvab veel teisigi puuliike, mille kodumaaks on karm Siber ja kuum Kaukaasia. Läänemaa metsamajandi Vigala metskonnas võib näha lehist, mille iga ulatub 140 aastani. Lehis kasvab kõige sagedamini värsketel liivsavistel pinnastel. Harvemini kohtame nulgu ja punast tamme, parkides ka seedermandi ning pööki.

Vaher, pappel ja pärn kaunistavad vanade parkide uhkeid alleesid.

Lõunapoolse päritoluga puuliikide kasvatamiseks Eestis on eriti soodsad tingimused saartel. Kliima on siin pehmem kui mandril, külmad talved on väga haruldased. Mõnedel saartel kasvab isegi jugapuu.

Sõjajärgsetel aastatel tegid eesti metsateadlased ära suure töö puistute all olevate pindalade täpsustamisel. Kogu riiklik metsafond on jagatud 19 metsamajandiks, mille koosseisu kuulub 154 metskonda.

Põhjalikult on muutunud ka tööliste töötingimused. Suurest puudusest aetuna läksid talupojad tsaari-Venemaal metsatöösturite püünisesse. Külmade tulekul sõitsid nad oma hobustega metsa ja töötasid seal krosside eest varahommikust hilisööni. Metsas ehitati väikesed osmikud magamisnaridega. Sellises onnis elas 20—25 metsatöölisl. Toiduaineid töid nad kohale ise.

Metsatöösturid ei hoolitsenud tööliste majutamise eest;

veel enam: isegi kirve ja sae — peamised tööriistad — pidi metsatöeline ostma oma raha eest. Mingisugusest eririietusest, arstiabist, elamiskultuurist polnud juttugi.

Sügava vihaga neetud mineviku vastu meenutavad metsatöölised oma endist elu.

«Raske on isegi jutustada, kuidas me elasime vana korra ajal,» räägib 60-aastane halljuukseline metsatöeline Richard Kuus. «Elu oli nagu mädasoo: kui seisma jääd, siis upud. Sain kaheteistkümneaastaseks, kui läksin metsa hooajatööle. Asusime koos isaga elama metsatihnikusse. Elasime nagu kõik metsatöölised väikeses onnis. Selle lagi oli madal, aknad väikesed.

Väsitasid end päeva jooksul metsas ära, aga puhata polnud kusagil. Magasime kuuseokstel. Nüüd aga vaatad — ja süda rõõmustab. Meil on kino, kool, klubi, meditsiiniline punkt; inimesed on muutunud tundmatuseni.»

Inimesed hakkasid metsas elama teisiti, uutmoodi. Kadunud on ähmaste aknakestega suitsuonnid; nende asemele on tekkinud valged, ruumikad majad, kus elavad metsavarujad oma perekondadega. Metsatöölise asulas seisavad majad sirgete ridadena nagu sõdurid paraadil. Igas majas on elekter, raadio, hea mööbel. Kõiges on tunda riigi suurt hoolitsust metsavarujate eest.

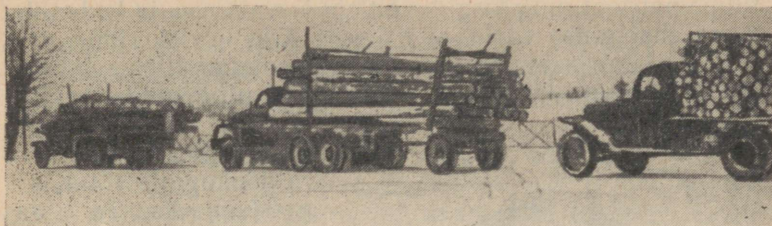
Palju selliseid asulaid on tekkinud nõukogude võimu aastatel ka Eesti metsades. Riik eraldab igal aastal suuri summasid elumajade, kommunaal- ja kultuuriasutuste ehitamiseks metsatööstuse töölisele.

Sajandite vältel raiuti metsa kirvega. Metsatöölise elu oli raske ning kurnav. Alles meie sotsialistlikul perioodil ilmusid metsa masinad. Nüüd on metsavarumine peaaegu täiesti mehhaniseeritud. Metsavarumistööstuses on kasutusel võimas kaasaegne tehnika — bensiinimootorsaed, elektrisaed, teisaldatavad elektrijaamad, laadimismehhanismid, kokkuveotraktorid.

Tänu partei ja valitsuse alalisele hoolitsusele suureneb vabariigi metsatööstuskeskustes iga aastaga kokkuveo- ja laadimismehhanismide, mootorvedurite ja autode arv.

Aastast aastasse suureneb Eestis puidu tarbimine. Tormiliselt areneb tootmishoonete ja kolhoosiasulade ehitamine. Suurel hulgal metsamaterjali vajavad mööbli- ja suusavabrikud, tuletikutööstus, tselluloosi- ja paberikombinaadid.

Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrik on kuulus kaugel väljaspool vabariigi piire. Eesti mööbel kaunistab paljude



Metsa väljavedu autodega.

NSV Liidu teatrite fuajeetid, Moskva kõrgehitiste kortereid, Moskva ülikooli auditooriume ja kabinette. Meie suure kodumaa elanikkonna hulgas valitseb eriti suur nõudmine Tallinna vabriku söögitoa- ja magamistoa-garnituuride järele. Iga päev väljub vabriku väravast ligi 10 vagunit mitmesugust mööblit, mis saadetakse kõigisse NSV Liidu osadesse.

Tunduvalt suureneb käesoleva viisaastaku aastatel Eesti NSV puidutöötlemisettevõtete toodang, veelgi rohkem aga kasvab tselluloosi, paberi ja papi tootmine. Osa toodangust saadetakse veelgi suuremas koguses Nõukogude Liidu teistesse piirkondadesse.

5. PÄIKESE SAADIKUD MATKAVAD

Kivisütt nimetatakse mõnikord «päikesekiviks». Tõepoolest — kivisöetükis peitub imeväärne jõud, mis aitab meil liikuma panna raudteeronge ja aurikuid, ehitada linnu, muuta kõrbeid viljakaiks põldudeks ning õitsvateks aedadeks.

Kust küll on pärit selline jõud tavalises mustas kivis? Kivisöe ja puidu koostist uurides märkasid teadlased, et need on «lähedased sugulased» — mõlema põhiosaks on süsinik. Puidus on seda ainult vähem, kivisöes — rohkem.

Muutudes kivisöeks, varuvad taimed meile päikese-energiat ja säilitavad selle maa-alustes «ladudes». Iga kivisöetükk on konserveeritud päikesekiir, mille palju miljoneid aastaid tagasi püüdsid kinni taimed.

Kaua aega ei teadnud inimesed, kuidas taimed püüavad päikesekiiri ja säilitavad päikesesoojust.

Selle mõistatuse aitas lahendada suur vene teadlane,

tuline patrioot ning kirglik võitleja isevalitsuse ja kodanliku korra ebaõigluse vastu — Kliment Arkadjevitš Timirjazev.

K. A. Timirjazev tervitas rõõmuga sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni. Olles tollal juba vana ning haige, hakkas ta siiski ammendamatu energiaga töötama noore nõukogude võimu tugevdamiseks. Ta pidas loenguid töölistele ja punaarmeele, kirjutas artikleid ajalehtedele ja ajakirjadele, jutustades kaasakiskuvalt teadusest ning häbimärgistades vihaselt kodanlust.



Kliment Arkadjevitš Timirjazev.

Vladimir Iljitš Lenin hindas Timirjazevi teaduslikke ja revolutsioonilisi teeneid kõrgelt. Läbi lugenud Timirjazevi vähe aega enne surma kirjutatud artiklite kogu «Teadus ja demokraatia», kirjutas Lenin elatanud teadlasele (kes oli tollal 77-aastane):

«Kallis Kliment Arkadjevitš! Suur tänu Teile Teie raamatu ja

heasoovlike sõnade eest. Olin otse vaimustuses, lugedes Teie märkusi kodanluse vastu ja nõukogude võimu poolt. Teie Uljanov (Lenin).»

Peaaegu viiskümmend aastat oma elust pühendas Timirjazev paljude teadlaste meeli erutanud «päikese saadikute» saladuse lahendamisele.

Eredate kiirte lõpmatu vooga valgustab päike maad, andes meile valgust ja soojust ning hoides alal kogu taime- ja loomariigi elu.

Kui välja arvutada kogu päikese-energia hulk, mis langeb maapinna ühele ruutkilomeetrile tunni aja jooksul, siis selgub, et sellest piisaks võimsa elektrijaama tööks terve aasta vältel.

See energiahulk aga, mille päike saadab meie planeedile

aasta jooksul, ulatub miljardeisse biljoneisse kaloritesse. Taimed neelavad vaid tühise osa sellest tohutust hulgast, kuid siiski jõuavad nad aasta jooksul koguda oma rakkudesse ja kudedesse energiavaru, mille suurus on 162 biljonit kalorit.

Päikesekiired soojendavad päeval ka kõiki anorgaanilise looduse aineid — liiva, kive, pinnast ja vett. Niipea aga kui päike kaob horisondi taha, jahtuvad need ruttu — soojus hajub ümbritsevasse õhku.

Taimed ei kiirga päikese-energiat tagasi, vaid teostavad selle abil oma kehas imetlusväärseid keemilisi muutusi. Nad loovad orgaanilisi aineid — tärklist, suhkrut, valke anorgaanilistest ainetest — süsihappest, veest ja mõnedest mineraalooladest. Elutu aine muundub elavaks.

Kuidas siis toimuvad taimeriigis need nõiduslikud protsessid?

Opetlased teadsid ammu, et taimed suudavad harilikest, meie planeedil sagedasti esinevatest mineraalainetest ehitada oma rakke ja kudesid ning valmistada endale toiduvarusid.

Juba kakssada aastat tagasi väljendas suur vene teadlane M. V. Lomonossov arvamust, et taimede lehed ammutavad õhust mingisuguseid toitaineid.

Aastal 1753 kirjutas ta «Sõnas õhunähtustest» järgmist: «Viljatus liivas juurdunud puude lopsakas kasv tõendab selgesti, et nad imevad oma lihavate lehtedega õhust rammu.»

XVIII sajandil tundis taimede elu vastu huvi ka tuntud inglise looduseuuriija Joseph Priestley. Ta uuris õhu koostist ning avastas üheaegselt rootsi teadlase Scheelega hapniku.

Kõik teavad, et metsas ja põllul on kergem ning vabam hingata kui suurlinnade tööstuskvartalite suitsust läbiimunud korterites. Priestley esitas endale korduvalt küsimuse: millest see küll tuleb? Kas mitte taimed ei võta mingil kombel osa õhu puhastamisest?

Teadlane otsustas oma oletust kontrollida. Ta pani hiire klaaskupli alla, kuhu värske õhk juurde ei pääsenud, ja hakkas jälgima tema käitumist. Hiir vallatles algul lõbusalt, kuid muutus varsti loiuks ega suutnud liikuda. Järgmisel päeval ta suri.

«Ta suri sellepärast,» arutles Priestley, «et kulutas ära kogu õhu; see õhk aga, mille ta välja hingas, ei kõlba hingamiseks.»

Siis otsustas teadlane teha teise katse. Ta asetasklaaskupli alla piparmünditaime ja pani sinna uuesti ka hiire.

Möödus ööpäev, teine ja kolmas — hiir tundis ennast suurepäraselt. Ta jooksis «klaaspuuris» lõbusalt ringi, surus oma terava ninakese tihti vastu kupli külma klaasi ja kriipis seda vahetevahel oma valkjate küüntega. Katse kestis üle nädala; hiir elas edasi ega lämbunud.

Üheksandal päeval kirjutas Priestley laboratooriumi päevikusse: «Kaheksa päeva pärast ma leidsin, et hiir võis väga hästi elada klaaskupli all, kus oli piparmünditaim. Viimase oksad aga kasvasid nende päevade jooksul kolme tolli võrra pikemaks; peale selle tekkis mitu uut oksa.»

Kuid ei Priestley ega tema kaasaegsed ei suutnud anda õiget seletust neile katsetele, mis kinnitasid oletust, et valguse abil võivad taimed loomade hingamise protsessis rikutud õhku jälle hingamiskõlblikuks muuta.

Priestley tööd jätkasid paljud teadlased nii Venemaal kui ka välismaal. Tsvet ja Ljubimenko, Borodin ja Famitsõn, Saussure ja Boussingault, Liebig ja Mayer kordasid Priestley katseid ning veendusid taimede võimes õhku puhastada. Kuid samuti märgati, et öösel taimed õhku ei puhasta, vaid vastupidi — võtavad sealt hapnikku. Kui magamistuppa jätta ööseks suur kimp lilli, muutub hommiku eel hingamine raskeks.

Teadlased uurisid elusolendite poolt sisse- ja väljahingatavat õhku. Analüüs näitas, et väljahingatav õhk ei sisalda hapnikku, vaid süsihappegaasi.

Tähendab, arutlesid teadlased, õhku puhastades neelavad taimed süsihappegaasi. Kuna Priestley katse ajal hapnikku sisaldav värske õhk klaaskupli alla ei pääsenud, kuid hiir sai piparmünditaime abil ometi normaalselt hingata, siis tuleb oletada, et piparmünt eritas tema poolt neelatud süsihappegaasi asemele hapnikku, mis oli hiirele vajalik hingamiseks.

Kui see oletus on õige, siis on selge, miks väljaspool linna on kergem hingata kui linnas: seal on õhus rohkem hapnikku.

Et oma oletust kontrollida, tegid teadlased järgmise katse. Võeti kaks klaasnõu; ühte valati keedetud, teise keetmata vett. Keetmata vees leidub alati vähesel hulgal süsihappegaasi, kuna keedetud vees seda ei ole. Kummassegi nõusse paigutati mõned vesikatku oksad, ja nõud asetati valguse kätte.

Mõne aja möödudes kattusid keetmata veega klaasnõusse asetatud vesikatku oksad väikeste mullikestega. Teises nõus aga ei olnud mullide eraldumist märgata.

Milline gaas siis eraldus? Mullikesed koguti katseklaasi ja asetati sinna hõõguv peerg. See lõi silmapilkselt lõkkele heleda leegiga. Oli juba teada, et süsihappegaas ei soodusta põlemist. Süsihappegaasis peerg kustub, hapnikus aga põleb hästi. Seega eritas vesikatku hapnikku; hapniku eraldumine toimus aga ainult siis, kui taime ümbritsevas keskkonnas leidis süsihappegaasi.

Taime saladusi varjava loori serv oli kerkinud. Siiski jäi aga arusaamatuks, miks taimed neelavad süsihappegaasi ainult päeval, valguse käes, kuid ei võta seda õhust ega veest ka öösel.

Üle saja aasta püüdsid teadlased seda saladust lahendada. Alles Kliment Arkadjevitš Timirjazevil õnnestus esimest korda näidata, millist osa etendavad päikesekiired süsihappegaasi neelamise protsessis.

Ammugi märgati, et kõigil taimedel, kus nad ka ei kasvaks — külmas tundras või kuumas kõrbes, nõgudes või küngastel, soodes või mägedes, on lehed rohelised.

Kaua aega ei teadnud inimesed, mis annab taimedele rohelise värvuse. Teadus avastas ka selle looduse saladuse. Selgus, et igas taimelehes leidub tuhandete väga väikeste roheliste terakestena erilist ainet — klorofüll. Klorofülliterakesed annavad taimedele rohelise värvuse, neelavad süsihappegaasi ning lagundavad selle süsinikuks ja hapnikuks.

K. A. Timirjazev kirjutas oma raamatus «Taimede elu»: «Vabastatud süsinik ühines veega ja moodustas tärklise. See tärklis, muutunud lahustuvaks suhkruks, ladestus pärast pikki rännakuid taimes lõpuks uuesti tärklisena või pihkainena terises. Ühel või teisel kujul läks ta leivasse, mis kulus meile toiduks. Ta muutus ümber meie lihasteks, meie närvideks.

Ja nüüd püüavad süsinikuaatomid meie organismis uuesti ühineda hapnikuga, mida veri kannab laiali igasse meie keha osasse.

Seejuures päikesekiire energia, mis peitub nendes keemilise pingena, võtab uuesti selgelt avalduva jõu vormi.

See päikesekiir soojendab meid. Ta paneb meid liikuma, võib olla, et ta praegusel hetkel mängib meie ajus.»

Rohelises lehes toimuvat protsessi, mille tulemusena

luuakse elutust elav, nimetas Timirjazev fotosünteesiks (kreekakeelseist sõnadest *fotos* — valgus ja *sünthesis* — ühendamine).

Kui selgus, et süsiniku keerukad keemilised muundumised taimelehes pole võimalikud ilma valguseta ja klorofüllita, tekkis uus küsimus: mil viisil need muundumised toimuvad?

Päikesekiir teatavasti ainult näib meile valgena; tegelikult koosneb ta paljudest värvilistest kiirtest. Seetõttu me näemegi vikerkaart pärast vihma, kui päikesekiired läbivad õhus tihenenud veepiisku ning lagunevad seejuures oma koostisosadeks. Asetades päikese saadikute teele tüki jääd või mitmetahulise klaasprisma, näeme täpselt samuti mitte ühtlast valget voogu, vaid üksikuid värvilisi kiiri: punaseid, oranže, kollaseid, rohelist, helesiniseid, tumesiniseid, violette.

Kõik need kiired omavad erisugust soojusenergiat. Kõige tugevamini soojendavad punased kiired. Erinevate värvustega kehad aga ei neela päikesevalgust ühtviisi. Valges riietuses on suvel alati jahedam kui mustas, sest valgelt pinnalt peegelduvad täielikult tagasi kõik spektri kiired.

Kollase värvusega kehad neelavad ainult violetseid, tumesiniseid, helesiniseid ja osalt ka rohelist kiiri; rohelist kehad neelavad punaseid, oranže ja kollaseid kiiri.

Nüüd selgubki, miks taimedel on roheline värvus. Taimlehtedes hajutatud klorofülliterakesed võtavad päikesekiirelt suurema osa tema energiast. Taimede roheline värvus aitab neil päikese-energiat kõige täielikumalt kasutada.

Kõike seda tõestas Timirjazev äärmiselt lihtsate katsete abil.

Ta võttis taime ja asetask selle mõneks tunniks pimedasse tupp. Siis lõi ta taime küljest lehe ja vaatles seda mikroskoobi all. Mikroskoobi vaateväljal oli näha hajutatud klorofülliteri väikeste kepikete ja lindikeste kujul.

Taim asetati nüüd uuesti päikese kätte. Mõne tunni möödudes lõigati taimelt jällegi leht ja uuriti seda mikroskoobis. Klorofülliterade ümber olid ilmunud mingisugused täpikesed, mis aja jooksul suurenesid. Teadlane tilgutas lehele joodilahust. Täpikesed muutusid siniseks — nad koosnesid tärklisest.

Katset jätkates viis Timirjazev taime jällegi pimedasse tupp. Kahe päeva pärast kadusid lehtedest tärklise ladesised — nad rändasid taime teistesse osadesse.

Lehte taime küljest eraldamata, suunas Timirjazev sellele päikesespektri nii, et lehe ühele osale langesid ainult punased kiired, teisele — sinised, kolmandale — rohelised jne.

Kolme tunni pärast eraldati leht taimest ning leotati piirituses ja joodilahuses. Siniseks värvunud tärkliiseterakesed moodustasid nüüd lehel tumedad ribad. Selgus, et kõige tumedamaks oli muutunud see lehe osa, mida oli valgustatud punase valgusega.

Sel kombel aitavad punased valguskiired klorofüllil meie planeedi kõigis osades neelata atmosfäärist süsihappegaasi, eraldada sellest süsinikku ja moodustada süsivesikuid — tärklist, tselluloosi, suhkrut.

Kust aga ilmub süsihappegaas õhku?

Suurel hulgal toovad seda gaasi maakera sisemusest päevavalgele kuumad allikad, mineraalveed, geisrid ja vulkaanid. Süsihappegaasiga rikastavad õhku ka loomad ja inimesed. Nende eluks vajalik energia saadakse hingamisprotsessis. Toiduainetest saadav süsinik hapendatakse sissehingatava hapniku poolt süsihappegaasiks. Iga liitri süsihappegaasi kohta, mis elusorganismid välja hingavad, eraldub nende kehas kaks kilokalorit soojust. Täiskasvanud inimene hingab ööpäeva jooksul välja umbes 500 liitrit süsihappegaasi, kogu inimkond kokku üle miljardi kilogrammi.

Süsihappegaas satub atmosfääri ka taimede hingamise tagajärjel, taimeriigi jäätmete kõdunemisel, loomakorjuste lagunemisel.

Taimede poolt õhust hangitava süsiniku ringkäigust võtab lõpuks osa ka inimene oma tööstusliku tegevuse kaudu.

Põletades vabrikute ja tehaste küttekolletes, vedurites ja elektrijaamades kivisütt, naftat, puitu ja põlevkivi, paiskame atmosfääri tohutuid koguseid süsihappegaasi.

Taimed püüavad päikesekiiri, kogudes päikese-energiat. Inimene vabastab selle energia, muutes kütuse põlemisel eralduva soojust tööks. Niiviisi teenib kunagi kauges minevikus taimede poolt vangistatud päikese saadik inimest, aidates tal loodust ümber kujundada.

6. PUUTOVE ELULUGU

Loomadel, taimedel ja isegi kividel on oma elulugu — põlvnemislugu. See võib olla ere ning sündmusrikas või ilmetu ning üksluine, kas lühike või pikk. Hobuste, lehmade

või lammaste sugupuu tundmine aitab loomakasvatajatel parandada nende tõugu; mitmesuguste kõrsviljade ja tehniliste kultuuride elutingimustega tutvumine aitab agronoomidel ja kolhoosnikutel saada kõrgeid saake; puuliikide eluloo uurimine aga võimaldab metsateadlastel edukamalt taastada ja kasvatada metsi.

Puidu ehituse ja tema keemiliste ning füüsikalise-mehaaniliste omaduste uurimine võimaldab omakorda üht või teist puiduliiki tehnikas paremini ning õigemini ära kasutada ja saada selle keemilisel töötlemisel arvukamalt mitmesuguseid saadusi.

Kui erinevad on metsas puud! Hall samblanarmastes kuusk sarnaneb vähe kaunirüüliisele käharale kasele, maani kummarduv leinapaju — sirgele, uhkele männile. Kuid see on ainult esimene väline mulje. Kui vaadelda tähelepanelikumalt, siis ilmneb, et kõik puud sarnanevad üksteisega paljus suhtes.

Igal puul on juured, tüvi, oksad ja lehed. Kõik need osad täidavad tema elus tähtsaid ülesandeid. Juured aitavad tüvel, mis kannab oma ülemisel osal lehtedest telki — võra, kindlamalt pinnases püsida. Ühtlasi imevad nad mullast vett ning selles lahustunud mitmesuguseid mineraalaineid, ilma milleta puu ei saa elada.

Juurte abil mullast imetud soolade lahused tõusevad mööda tüve võrani, mis on puu «kesklaboratoriumiks». Siin toimuvad rohelistes lehtedes või okastes päikesekiirte mõjul keerukad keemilised muundumised. Mineraalained töötatakse ümber orgaanilisteks aineteks. Õhus leiduvast süsihappegaasist valmistatakse siin süsivesikuid ja teisi keemilisi ühendeid. Kõik need ained liiguvad okste ja tüve koore seesmistes kihtides, nn. niines asetsevaid juhtmeid mööda juurtesse. Tehes läbi uusi muundumisi, on nad materjaliks, millest ehitatakse puu rakud.

Puutüvi pole mitte ainult peatuiksooneks, mille kaudu toitainete vool liigub üles ja alla, vaid ka «panipaigaks», kuhu need kogunevad. Tüvest saadakse enamik puitmaterjali mitmesugusteks vajadusteks, sest puutüvi annab 50 kuni 90 protsenti puidu üldmahust, jättes okste ja juurte arvele vaid 5 kuni 25 protsenti.

Et endale paremini selgitada puidu sisemist ehitust, vaatleme värskelt raiutud kändu. Seal eristame selgelt kolme osa: koort, puitu ja säsi. Koore ja puidu vahel asetseb ringina väga õhukene kiht pehmet ning õrna kudet, mis pole

palja silmaga nähtav. See kude on võimeline pidevalt moodustama uusi rakke, seepärast nimetatakse teda loovkoeks ehk kambiumiks (mähk).

«See loovkude moodustab igal aastal mitu uut rida elemente nii puidu kui ka koore poolele,» kirjutas väljapaistev vene teadlane K. A. Timirjasev, «kuid puitu tekib siiski suuremal määral ja selle rakkude read asetsevad palju ühtlasemalt, mispärast selles esinevadki need korrapäraste aastarõngaste read, mida me võime märgata igal risti läbilõigatud puutükil.» Kõige selgemini on aastarõngad märgatavad okaspuude, näiteks männi juures.

Männikännul on aastarõngaste arvu kerge ära lugeda ja sel viisil kindlaks teha puu vanust.

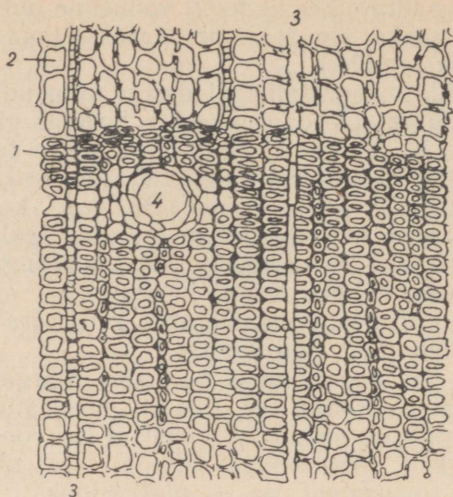
Okaspuudel on aastarõngad paremini märgatavad kui lehtpuudel, sest see rõnga osa, mis on moodustunud kevadel või suve algusel, on värvilt heledam kui rõnga väline, sügis-suvine kiht. Aastarõnga heledat osa nimetatakse kevadpuuduks, tumedamat osa — sügispuiduks.

Puusäsi on õrnemast koest ja paikneb puu keskel. Säsi ruumala on puutüve üldmahuga võrreldes väga väike, sajandikest kuni mõne kümnendiku protsendini. Kuuse, männi ja nulu säsi läbimõõt ei ole üle 3—5 millimeetri; tammel, kasel, lepal ja teistel lehtpuudel on see mõnevõrra suurem.

Puu ristlõikepinnal võib aastarõngaste hulgas märgata heledamaid väliseid noori rõngaid. Seda puiduosa nimetatakse maltspuiduks. Sisemine, tumedam ning vana puiduosa kannab lülipuidu nime. Kui lülipuit oma värvuselt ei erine maltspuidust, nimetatakse seda puiduosa küpspuuduks (näit. kuusel, nulul, pöögil).

Lülipuit laseb vett ja õhku läbi halvemini kui maltspuit; ta on viimasest kõvem ja tihedam. Seepärast tehakse lülipuidust tünne, milles hoitakse ja transporditakse mitmesuguseid vedelikke: veini, õlut, piiritust, petrooleumi jne. Mõnikord aga võib see lülipuidu omadus ka raskendada tema kasutamist. Männi või lehise lülipuidust valmistatud liipreid on näiteks peaaegu võimatu immutada antiseptiliste vahenditega.

Puu esimestel kasvuaastatel on maltspuidu ruumala lülipuidu omast suurem. Mõnel lehtpuuliigil (valge akaatsia jt.) tekib lülipuit juba teisel aastal, okaspuuliikidel — lehisel ja männil — aga alles 10—12 aasta pärast. Mida vanem on puu, seda rohkem on temas lülipuitu.

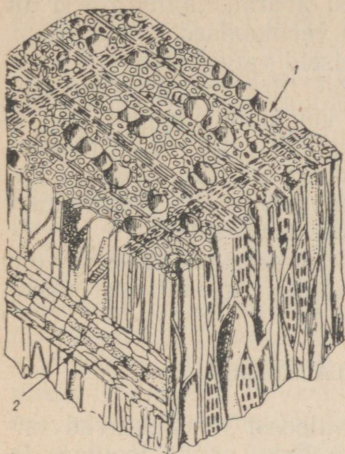


Männipuidu ristlõige.

1 ja 2 — trahheiidid; 3 — säsiikiir; 4 — vaigukäik.

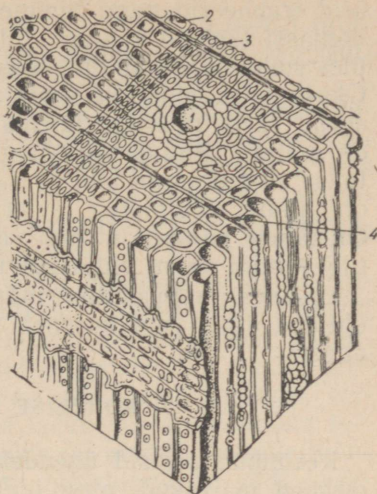
Puitu moodustavad kihid ei ole ühesuguse tihedusega. Selles on kerge veenduda, kui vaadelda mikroskoobis õhukest puidulaastu. Suurendatult näib see meile peene pitsina või meenutab oma muustrilt mesilaskärge. Nagu muustriline pitskangas, mille osav meister on kudunud keerukatest ning mitmes suuruses põimikutest, koosneb puit suurest hulgast väga väikestest omavahel liitunud rakkudest, mis on oma mõõtmetelt ning väliskujult erinevad. Ühed on mitmetahulise prisma kujulised, teised meenutavad pikki teravaotsalisi ümmarguse või hulknurgakujulise ristlõikega kiude. Raku sisemist osa, mida ümbritsevad rakuseinad, nimetatakse õõneks. Enamiku rakkude õõnes asub protoplasma ja tuum, samuti ka tärglise, õli jm. terakesed. Kevadpuidu rakud on poorsed ja õhukeste seintega, sügispuidul — tihedamad ja paksuseinalised.

Puu ristlõikel on näha kitsad viirud, mis ulatuvad nagu raadiused puu tsentrist äärteni. Need on säsiikiired. Mõned kiired jooksevad koorest säsini, teised algavad puidust ja lõpevad säsini jõudmata. Kiirte arv on väga suur — männil ja kasel on neid üle kolme tuhande ühel ruutsentimeetril, kuusel kuni neli ja pool tuhat, nulul ja seeder-männil aga võib nende arv ulatuda kümne tuhandeni.



Kasepuidu ehitus.

1 — trahheed; 2 — säsi.



Männipuidu ehitus.

1 — vaigukäik; 2 ja 3 — trahheiidid; 4 — säsiikiir.

Säsiikiired koosnevad nõrgematest õhukeseseinalistest rakkudest. Seepärast on mõne puuliigi, näit. pöogi ja tamme puitu, kus peale kitsaste säsiikiirte esineb ka laiu kiiri, kergem lõhestada radiaalsuunas.

Lehtpuidul on keerukam ehitus kui okaspuidul. Männi- või kuusepuidu põhimass koosneb ühesugustest rakkudest — trahheiididest (neid on ligi 95 protsenti), kuna kase, tamme või lepa puit moodustub mitut tüüpi kiududest ja rakkudest. Lehtpuudel kulgevad puidukiudude vahel piki puu telge laiad juhtkanalid — trahheed, mida mööda liigub vesi koos lahustunud sooladega.

Okaspuudel aga moodustavad «veetorstiku» trahheiidid — kitsad, peened torukesed. Paksude seinte tõttu on nad mehaaniliselt väga tugevad. Okaspuidu tugevus sõltub trahheiidide tugevusest ja mõõtmetest. Tuletikujämedune kimp taimekiude võib kanda katkemata kuni 75-kilogrammist koormist.

Vaadeldes mikroskoobis puidu pikilõiget, näeme, et see sarnaneb voodipõhja vedrustikule. Nagu peened terastraadid kulgevad piki puu telge puidukiud (lehtpuudel) ja trahheiidid (okaspuudel).

Männi, seeder-männi, kuuse ja lehise puidus ei ole selli-

seid trahheesid nagu tammel, kasel või vahtral, kuid puidumassi läbivad vaiguga täidetud avarad ümmargused alt üles suunduvad kanalid. Need on vertikaalsed vaigukäigud. Okaspuudes leidub ka horisontaalseid vaigukäike, mis asetsevad sääskiire kõige laiemas osas. Eriti palju vaigukäike on männil. Puude vigastamisel või maharaiumisel lõigatakse vaigukäigud läbi ja vaik voolab välja. Mida rohkem on puidus vaigukäike, seda rohkem eraldub vaigupiisku. On tähele pandud, et puu vigastamisel imbub männipuust tugevamini vaiku välja kui teistest puuliikidest.

Uurides puidu ehitust märkasid teadlased, et see ei ole ühtlane aine, vaid koosneb keerulistest keemilistest ühenditest.

7. ROHELISE KULLA KEEMIA

Keemikud uurisid ühendeid, milledest moodustuvad taimekoed ja -rakud, ning tegid kindlaks nende loomuse ja keemilise koostise. Selgus, et puidurakkude seinad koosnevad peamiselt tselluloosist, hemitselluloosist ja ligniinist, rakuõoned aga on täidetud vaikudega, kummivaikudega, eeterlike õlidega ja rasvadega. Rakud sisaldavad ka parkja värvaineid, vaha jne.

Loetletud ainete analüüs näitas ühtlasi, et vaatamata nende omaduste suurtele erinevustele, koosnevad nad kõik väikesest arvust keemilistest elementidest: süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Puidu koosseisus leidub ka mõningaid teisi elemente: naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi, fosforit ja räni, mis puidu põletamisel jäävad tuha hulka. Neid elemente sisaldab puit aga väga väikestes kogustes.

Erinevate puuliikide tuhasisaldus on erinev, kuid ei ületa 1,7 protsenti. Enamikul puudel on see alla 1 protsenti, näit. männil — 0,26, lehisel — 0,27, tammel — 0,51 protsenti. Ühe ja sama puuliigi tuhasisaldus muutub sõltuvalt puu vanusest, pinnasest ja kasvutingimustest. Tuhasisaldus ei ole ühesugune ka puu erinevates osades. Kõige rohkem tekib tuhka koore ja lehtede põletamisel, vähem — puidu põletamisel. Kuuse ladvaosa näiteks sisaldab tuhka 0,26, oksad — 0,32 protsenti; tammekooses on tuhka 7,2, tammelehtedes aga 3,5 protsenti.

Nelja põhielementi, millest on ehitatud puidu koostise kuuluvate orgaaniliste ühendite molekulid, sisaldavad aga kõik puuliigid peaaegu ühepalju. Absoluutselt kuiv puit

sisaldab keskmiselt 49,6 protsenti süsinikku, 6,1—6,3 protsenti vesinikku, 0,1 protsenti lämmastikku ja 44,1 protsenti hapnikku.

Sellest hoolimata pole kõik puidus esinevad mitmesugused ained erinevatel puuliikidel ning isegi ühe ja sama puu ulatuses ühtlaselt jaotatud. Näiteks leidub kuuse kooses parkaineid 7—12 protsenti, lehisel 9—15 protsenti, tammel aga kõigest 3,5—5,5 protsenti. Vaikainete sisaldus männipuidus kõigub 3 kuni 8 protsendini.

Juba kaugel muinasajal tutvusid inimesed puidu keemilise töötlemise mõningate saadustega. Egiptuse metallurgid kasutasid puusütt metallide sulatamiseks maakidest; assüüria preestrid ja arstid tarvitasid eeterlikke õlisid ning aromaatseid puidubalsameid lõhnaainete valmistamiseks; foiniikia tüürimehed tõrvasid oma laevu. Kuid vaatamata sellele, et metsakeemiatöõndus tekkis nii ammu, jäi selle töõndusharu tehnika peaaegu kuni möõdunud sajandi keskpaigani niisama primitiivseks kui mõni tuhat aastat tagasi.

Metsakeemia-saaduste sortiment oli endiselt väike: puusüsi, vaik, tõrv, tõrpendin, äädikhape, metüülalkohol — ja see oligi peaaegu kõik.

Kaua aega pöõrasid keemikud puidule vähe tähelepanu. Kuid orgaanilise keemia ja mõnede töõstusharude — tekstiilitöõstuse, värvi-, farmaatsia- ja paberitöõstuse — võimas arenemine XIX sajandi teisel poolel suurendas huvi puidu kui keemiatöõstuse tooraine väärtusliku allika vastu.

Teadlased hakkasid hoolikalt uurima puidu koostisse kuuluvate ainete loomust, välja töötama nende eraldamise ja puhastamise viise ning kõige täiuslikumaid kasutamismetodeid mitmesugustes rahvamajandusharudes.

Aja jooksul sai puidukeemiast orgaanilise keemia tähtis iseseisev osa, metsakeemiatöõndus aga muutus võimsaks töõstusharuks.

Tänapäeval saadakse puidu keemilisel töötlemisel glükoosi ja kamprit, läbipaistvaid käsnu ja kinolinti, atsetooni ja vitamiine, piiritust ja aspiriini, happeid, lahusteid ning sadu teisi väärtuslikke aineid.

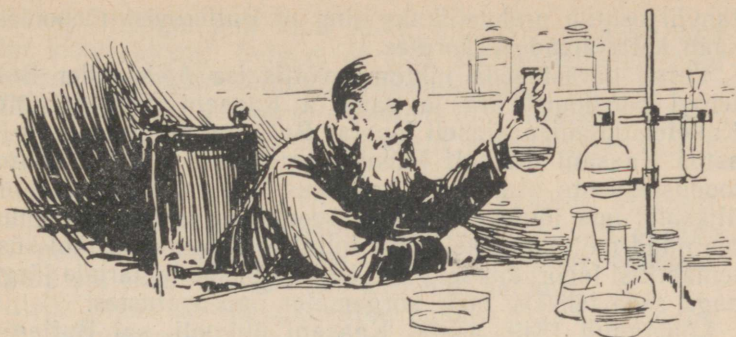
Väljapaistvad vene keemikud D. I. Mendelejev, akadeemik V. J. Tištšenko ja J. I. Orlov ning teised tundsid suurt huvi kodumaa metsakeemiatöõnduse arendamise küsimuste vastu. Kuid nende teadlaste uurimiste tulemused, samuti nagu mitme vene leiduri — M. Volõnski, M. Glazenapi ja I. Berg-

mani väärtuslikud ettepanekud ei leidnud mahajäänud tsaari-Venemaal praktilist rakendamist.

Alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni tekkisid meie maal võimsad metsakeemiatööstuse ettevõtted, mis loodi nõukogude tööliste, inseneride ja teadlaste tööga.

Nõukogude metsakeemia arengule aitasid oma töödega suuresti kaasa akadeemikud V. J. Tištšenko ja A. J. Arbuzov, NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondeerivad liikmed N. I. Nikitin ja L. A. Ivanov, professorid V. J. Grum-Gržimailo, A. A. Derevjagin, L. P. Žerebov, V. N. Kozlov, S. P. Langovõi, D. V. Tištšenko, N. V. Tšalov, V. I. Šarkov ja teised. Väga väärtuslikke uurimisi paljudes puidu keemilise töötlemise teoreetilistes ja tootmisalastes küsimustes on teostanud Arhangelski Metsatehnilise Instituudi professor V. M. Nikitin, dotsendid V. D. Bogomolov, M. V. Kušner, G. F. Rõžkov, F. A. Tšesnokovõi ja teised.

Nõukogude teadlased tugevdavad väsimatult loomingulist koostööd tootmisettevõtete töötajatega, aidates aktiivselt kaasa metsakeemiatööstuse edasisele kasvule.



Teine peatükk

UUE TEADUSE SÜND

1. BUTLEROV NÄITAB TEED

Kohe pärast õppetundide lõppu tormasid pansioni kasvandikud trobikonnas avarale õuele ja hakkasid mängima laptuud. Päikesepaistel tukkus kasvataja, keda tema äkilise iseloomu ning liigse karmuse tõttu hüüti Märatsejaks. Näis, et miski ei häirinud kasvataja rahulikku soiku ning laste tormilist lõbutsemist.

Äkki kostis köögi poolt mürinat, nagu oleks kuskil kokku varisenud kivimüür või tulistanud kahur.

Märatseja tormas kööki ja tiris mõne minuti pärast kraedpidi õue plahvatuse süüdlase — kõrbenud juuste ja kulmudega ning üleni määrdunud pihtkuues kümneaastase Saša Butlerovi.

Et Butlerovi süütegu oli erakordne, otsustati selle juhtumi arutamiseks kokkutulnud õppenõukogus poissi rangelt karistada.

Järgmisel päeval pärast õnnetut plahvatust kutsuti pansioni söögituppa kokku kõik kasvandikud ja õpetajad. Siia toodi ka süüdlane — Butlerov; tema rinnal rippus tahvel, millele oli suurte tähtedega maalitud pealkiri «Suur keemik».

Märatseja talutas Aleksandri ülesrivistatud kaaslaste eest mööda ja viis ta kartserisse. Keegi pedagoogidest ega õpilastest ei aimanud tookord, et pilkav pealkiri mustal

tahvilil osutub prohvetlikuks ning et Butlerovist tõepoolest saab keemiateaduse korüfee.

Varsti pärast seda juhtumit võttis isa Aleksander Butlerovi pansionist ära ja pani ta Kaasani gümnaasiumi. Kuueteistkümneaastaselt lõpetas Butlerov gümnaasiumi ja astus Kaasani ülikooli füüsika-matemaatika teaduskonna loodusteaduste osakonda. Armastus keemia vastu avaldus ülikoolis uue jõuga. Butlerovi keemia-alane tegevus muutus nüüd mõttekamaks, kuigi tollal ei viidud veel läbi süstemaatilisi laboratoorseid töid keemia üksikute harude järgi, nagu seda tehakse meie kõrgemates õppeasutustes.

Lõpetanud 1849. aastal Kaasani ülikooli, sai Butlerov aasta pärast ise õpetajaks ja neli aastat hiljem ülikooli professoriks.

Tollal oli keemikutel orgaaniliste ainete ehitusest veel väga ähmane ettekujutus ja nad töötasid tihtipeale pimesi. Nad teadsid, et kõik ained koosnevad väga väikestest osakestest — molekulidest, molekulid aga jagunevad omakorda veelgi väiksemateks osakesteks — aatomiteks. Kuidas on aga need osakesed omavahel seotud, kuidas on molekulis ühendatud aatomid ja aatomite grupid — oli teadmata.

Ükski keemik ei osanud tollal seletada, miks mõned ained, mille molekulid sisaldavad ühesuguse arvu neid samu aatomeid (näit. süsinikku, vesinikku, hapnikku jne.), on samal ajal siiski erinevate omadustega.

Kaks aatomit süsinikku, kuus aatomit vesinikku ja üks aatom hapnikku võivad ühinedes moodustada kõigile tuntud viinapiirituse, kuid samuti ka dimetüüleetri, mis on teravalõhnaline gaas.

Neli aatomit süsinikku, kaheksa aatomit vesinikku ja kaks aatomit hapnikku annavad üheksateist erinevat keemilist ühendit: võihappe, mida leidub riknenud võis, väga tugeva meeldiva lõhnaga etüülatsetaadi jne.

Selliseid aineid hakati nimetama isomeerideks (kreeka-keelseist sõnadest *isos* — ühesugune, võrdne, *meros* — osa).

Butlerov näitas esimesena, et molekul ei ole sugugi juhuslik ega meelevaldne aatomite kogum. Molekul kujutab endast ranget arhitektuurilist ehitist, milles iga aatom asetseb kindlaksmääratud kohal.

Juba möödunud sajandi keskpaigas tehti kindlaks, et metalliaatom võib endaga liita ainult rangelt kindla arvu teisi aatomeid või aatomirühmi. Keedusoola molekulis näiteks liitub naatriumiaatom ainult ühe klooriaatomiga. Samal

ajal seob tsingiaatom alati kaks, alumiiniumiaatom aga kolm klooriaatomit. Selgus, et kõik keemilised elemendid ühinevad omavahel kindlates vahekordades.

Ühe elemendi aatomite omadust liita endaga rangelt kindel arv teise elemendi aatomeid nimetatakse valentsuseks.

Samadel aastatel tehti ka teine tähtis avastus. Märgati, et süsinikuaatom on neljavalentne, s. o. ta võib endaga liita neli vesiniku või mõne teise ühevalentse elemendi aatomit või kaks kahevalentse elemendi aatomit.

Niisiis liidab üks süsinikuaatom endaga kaks kahevalentset hapnikuaatomit, moodustades süsihappegaasi molekuli, või neli ühevalentset vesinikuaatomit, moodustades soogaasi (metaani) molekuli. Osutus, et süsinikuaatomid võivad liituda ka omavahel.

Liitudes oma sidemete abil üksteisega, moodustavad süsinikuaatomid mitmesuguse pikkusega ahelaid ja keerukaid ringe. Nad moodustavad orgaanilise ühendi kondikava — skeleti, millega liituvad teiste elementide aatomid.

Omavahelisel liitumisel ei kasuta süsinikuaatomid kõiki nelja sidet. Seepärast võivad nendega vabade valentside arvel ühineda vesiniku, hapniku, lämmastiku ja teiste elementide aatomid. Glütseriini molekuli «skelett» koosneb näiteks kolmest süsinikuaatomist, millega on liitunud kaheksa vesinikuaatomit ja kolm hapnikuaatomit. Kuuest süsinikuaatomist koosneva glükoosimolekuli «kondikava» ümber paiknevad aga kaksteist vesiniku- ja kuus hapnikuaatomit.

Analoogiliselt sellele, kuidas tähestiku 33 tähest moodustatakse miljonid erinevad sõnad, ehitatakse ka väikesest arvust aatomitest nende mitmesuguse liitumise teel miljooneid erinevaid keemilisi ühendeid. Praegu on tuntud ligi kolm miljonit orgaanilist ühendit.

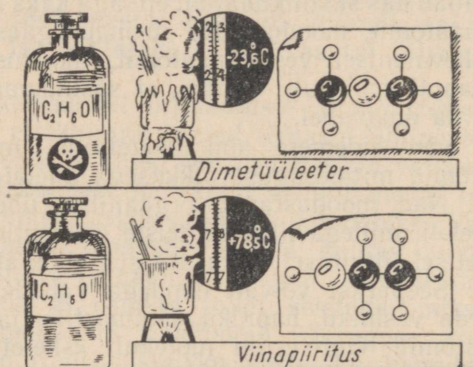
Butlerovi struktuuriteooria võimaldas selgitada mitmesuguste ühendite omadusi vastavalt nende ehitusele, s. o. aatomite asetusele ja vastastikusele seosele molekulis.

See teooria võimaldas avastada isomeeria saladuse, mille lahendamisega nägid tagajärjetult vaeva paljud kuulsad teadlased. Tänu Butlerovi teooriale, leiti sellele nähtusele lihtne seletus.

Nagu tähtede ümberasetamisel muutub sõnade tähendus (näit. kare — kera; peos — poes; äke — käe), nii muutu- vad ka aatomite ümberasetamisel aine omadused.

Isomeerid on ained, mis erinevad üksteisest aatomite asetusest molekulis, aatomite erineva liitumisviisi poolest.

Viinapiirituse ehk etüülalkoholi molekul on ebasümmeetriline: hapnikuaatom on seal liitunud äärmise süsinikuaatomiga; dimetüüleetri (gaasi) molekul on aga sümmeetriline — hapnikuaatom asetseb seal kahe süsinikuaatomi vahel. Mõlema nimetatud aine molekulides on aatomeid ühepalju, kuid nad on omavahel erinevalt liitunud. Sellepärast ongi siin tegemist erinevate omadustega ainetega — isomeeridega.



Nende ainete erinev keemiline struktuur tingib nende erinevad omadused.

Butlerovi teooria teaduslik ja praktiline tähtsus on erakordselt suur. Enne Butlerovi meenutas orgaaniline keemia pimedada laane tihnikut, kus puuduvad teed ja rajad. Asjatult püüdsid teadlased orienteeruda vasturääkivates teooriates, mis tekkisid ja langesid kokku nagu kaardimajakased.

Suure vene keemiku poolt loodud struktuuriteooria näitas uurijaile teed. Kasutades Butlerovi teooriat, võisid nüüd teadlased mitte ainult täpselt kindlaks teha ühe või teise juba tuntud orgaanilise ühendi loomuse ja omadused, vaid ka ette ära määrata veel tundmatute ainete omadused, lähtudes nende ainete ehitusest.

Nagu arhitekt või insener, kes projekteerib soovitava kuju ja kõrgusega hoone, võib nüüd keemik saada uusi aineid, millel on varem kindlaksmääratud struktuur.

2. VÄIKESED JA SUURED MOLEKULID

Kõik eluta looduses ja taime- ning loomariigis esinevad ained — vesi, piiritus, sool, suhkur, klaas, marmor, savi jne. — koosnevad mitut liiki aatomitest. Käesoleval ajal on juba teada sada kaks keemilist elementi (neist üheksa on saadud kunstlikul teel).

Kõigi keemiliste elementide aatomite mõõtmed on ligikaudu ühest suurusjärgust, kuid molekulid erinevad üksteisest suuruselt tunduval määral.

On olemas nii pisimolekule kui ka hiiglamolekule. Keedu-soola molekul koosneb ainult kahest, vee molekul kolmest, sooda molekul — kuuest aatomist; võrreldes hiniini molekuliga, mis sisaldab 48 aatomit, on need molekulid «mudilased». Kuid hiniini molekul omakorda näib kääbusena leherohelise — klorofüllüli molekuli kõrval, mis sisaldab 137 aatomit. Kui aga võrrelda klorofüllüli molekuli kautšuki molekuliga, mis sisaldab 26 000 aatomit, või tselluloosi molekuliga, milles aatomite arv ulatub 300 000-ni, siis näib ta väikese nõrga lootsikuna tohtu ookeaniauriku kõrval.

Millise plaani järgi ehitas suur arhitekt-loodus suured ja väikesed molekulid? Kuidas on nendes ühendatud aatomid? Missuguse kujuga on «tellised» ja «plokid», milledest on moodustunud mineraalid ja soolad, gaasid ja vedelikud, taimede ja loomade rakud?

Need küsimused on huvitanud paljude maade teadlasi ja olnud elavate ning ägedate vaidluste objektiks viimase kahe aastasaja jooksul.

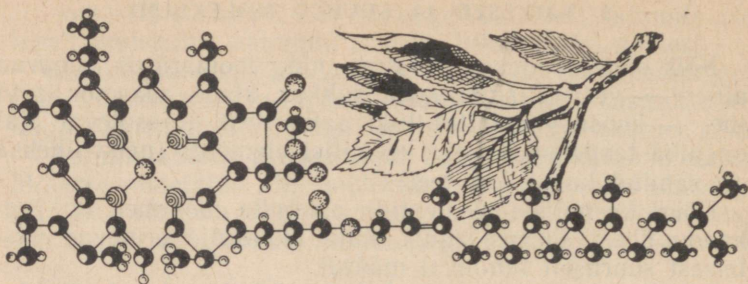
Aineid, nagu näiteks vaigud, kautšuk, tärklis, tselluloos ja valgud, mis koosnevad suurtest molekulidest, nimetatakse keemias kõrgmolekulaarseteks aineteks. Aineid, mis on ehitatud väikestest molekulidest, nimetatakse madalmolekulaarseteks aineteks.

Butlerov näitas, kuidas on ehitatud orgaaniliste ainete väikesed molekulid.

Milline on aga suurte molekulide arhitektuur?

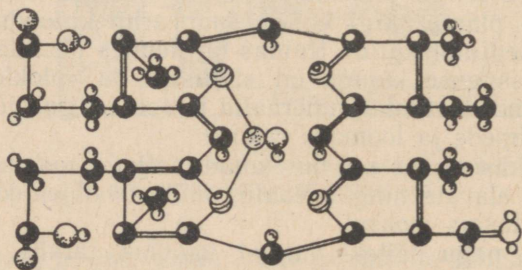
Sellele küsimusele andsid vastuse edasised uurimised. Uue teaduse — kõrgmolekulaarsete ühendite keemia arenemises etendasid määratu suurt osa väljapaistvate teadlaste nagu Markovnikovi, Standingeri, Koršaki, Carothers' ja teiste tööd.

Kaua aega valitsesid teaduses ebaõiged kujutlused kõrgmolekulaarsete ainete — kautšuki, villa, siidi, vaikude,



Klorofüllü — leherohelise molekuli skeem.

tselluloosi — ehitusest. Teadlased arvasid, et need on ehitatud teisiti kui ained, mis koosnevad väikestest molekulidest. Ei lahustu ju need ained vees ning lagunevad kuumutamisel, ilma et sulaksid. Nõrgad happed ja leelised nendele mõju ei avalda, tugevad aga lagundavad neid. Looduses



Hematiini — vere värvaine molekuli skeem.

esinevad nad alati segus teiste ainetega. Neid on väga raske eraldada puhtal kujul. Mõned arvasid, et suured molekulid koosnevad kolloidosakestest — klompidest või tompudest, mis koosnevad paljudest omavahel liitunud väikestest molekulidest. Nad võrdlesid suuri molekule liimi, seebi ja süldi osakestega.

Teised teadlased arvasid, et suured molekulid koosnevad kristallidest. Paljud aga oletasid, et kõrgmolekulaarsetel ühenditel on keerukas arhitektuur.

Kummalise muustrina põimuvad omavahel rõngad ja ahelad hematiini — vere värvaine molekulis, kus leidub vaid

76 aatomit. Veelgi keerukam struktuur on klorofüllil. molekulil.

Teadlastele näis, et hiiglaslikud molekulehitised, mis koosnevad kümnetest ja sadadest tuhandetest aatomitest, võiksid olla veelgi keerukama struktuuriga.

3. MOLEKULID ON KAALUTUD JA LOENDATUD

Füüsikokeemilise analüüsi uusimad meetodid, eriti röntgenikiirte kasutamine, võimaldasid teadlastel tungida sügavamale hiiglamolekulide ehituse saladustesse. Selgus, et need ei ole korralduslikult liitunud väikeste molekulide tombukesed ega ka päris kristallid, mis moodustavad keerukaid arhitektuurilisi ehitisi, vaid ainult ahelad või võred, mis koosnevad üksikutest korduvatest lülidest või aatomirühmadest.

Kaasaja teadlased suutsid kindlaks määrata suurte molekulide kuju ja mõõtmed ning loendada neisse kuuluvad aatomid. Õnnestus kindlaks teha ka hiiglamolekulide kaal.

Keemias võrreldakse harilikult mitmesuguste molekulide kaale. Molekulkaalu ühikuks on võetud $1/16$ hapnikuaatomi kaalust. Väikesest hulgast aatomitest koosnevate molekulide kaal ei ole suur. Nii on näiteks vee molekulkaal 18, viinapiiritusel 46, äädikhappel 60 jne. Suure aatomite arvu korral võib madalmolekulaarsete ainete molekulkaal ulatuda mõnesajani (näiteks suhkrul — 342) ja isegi mõne tuhandeni, kuid ei ületa 10 000. Kõrgmolekulaarsetel ühenditel võib molekulkaal võrduda isegi mitme miljoniga.

Varem oletasid teadlased, et tselluloosi molekulkaal ei ole suurem kui 500 000—600 000. Nõukogude teadlased O. P. Golova ja V. I. Ivanov kontrollisid tingimusi, mis olid aluseks tselluloosi hiiglamolekulide kaalu määramisel. Selgus, et välismaa teadlased ei kasutanud küllalt täpset meetodikat.

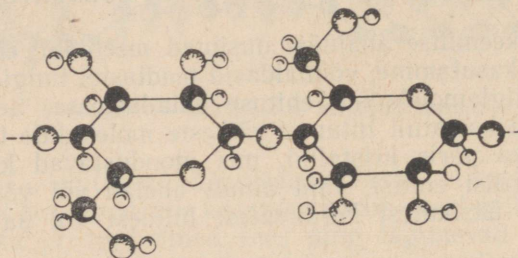
Nõukogude teadlaste uued uurimused tõestasid, et tselluloosi molekulkaal on kolm-neli korda suurem — 1,5—2,5 miljonit.

Kautšuki määratu suur molekul kujutab endast 3000—4000 lülist koosnevat ahelat. Piki üht kautšuki molekuli — kiudu — võiks paigutada üle 3000 vee molekuli.

Kiudainete — tselluloosi, puuvilla, siidi — molekulid

koosnevad suurest hulgast aatomitest ja paljudest tuhandetest lüüdist ning neil on pika peene niidi kuju.

Kui tselluloosi molekuli suurendada kakskümmend tuhat korda, näiks see meile niidijupina, mille pikkus on ainult kümme sentimeetrit ja läbimõõt umbes kaks sajandikku millimeetrit. Kautšuki niitmolekul on peaaegu kuus korda lühem ja kaks korda peenem tselluloosi molekulist.



Tselluloosimolekuli skeem. Molekul koosneb tohutust hulgast aatomlüüdist.



Kautšukimolekul, mis koosneb 26 000 aatomist. Joonisel on näidatud osa molekulist.

Miljonid sellised niitmolekulid tõmbuvad üksteise ligi ja asetuvad paralleelsete kimpudena, moodustades selle, mida me nimetame kiuks. Kautšukis aga ei asetu molekulid paralleelselt, vaid korratute segiaetud kägaratena. Kui tükki kautšukit välja venitada, hakkavad elastsed, vetruvad niidid vähehaaval sirgeks tõmbuma. Mida rohkem kautšukitükki venitada, seda sirgemaks molekulid muutuvad.

Kui aga venitamine lõpetada, keerduvad kiud jällegi kägaratesse ning kautšukitükk võtab endise kuju. Seepärast ongi kummi nii elastne. Kumminööri, mille ristlõige on üks ruutsentimeeter, võib koormata kuni 350-kilogrammise raskusega; kummipladikest võib sadu tuhandeid kordi ühte- ja teistpidi painutada või millegi ümber keerata — ta ei purune.

Ka teised kõrgmolekulaarsed ühendid on väga vetruvad

ning elastsed. Kui tselluloosist valmistatud kunstiidi kiud välja venitada, siis pärast tõmbejõust vabanemist lühenevad need uuesti. See protsess toimub siiski palju aeglasmalt kui kautšuki puhul. Kui aga väljavenitatud kiude kuumutada või mõneks ajaks vette paigutada, võtavad need kiiresti esialgse kuju. Kui kiud tursub, ümbritsevad vesi tselluloosi molekulid ja eemaldab need üksteisest. Sellega väheneb kohesioonijõud molekulide vahel ja kiud tõmbuvad kokku.

Kui aga väljavenitatud ja vees leotatud kiud ära kuivatada, siis jääb see väljavenitatud olekusse. Nii saadakse tehnikas suurendatud tugevusega elastset kiudu.

Kiu tugevus sõltub ka molekuli mõõtmetest. Mida rohkem on hiiglamolekulis lülisid, seda suurem on kõrgmolekulaarse aine tugevus. Tugevusele avaldavad tunduvat mõju ka suurte molekulide üksikute lülide keemiline olemus, nende asetusviis ja vastastikune mõju.

Kautšuki, samuti mõnede plastmasside molekulid on ehitatud ainult kaht liiki aatomitest — süsiniku- ja vesinikuaatomitest. Tselluloosi molekulide koosseisu aga kuulub veel hapnik, siidi molekulides leiame ka lämmastikku ning villa molekulides väävli.

Ahelate mõõtmete ning asetusviisi erinevus hiiglamolekulides on põhjuseks, miks kõrgmolekulaarsed ained erinevad üksteisest nii tugevuselt kui ka teistelt omadustelt, kuigi nende molekulid on väliskujult sarnased.

Kõrgmolekulaarsete ainete molekulid kujutavad sageli võret või pigem võrku, mille koostisosad on omavahel seotud keerukate sõlmedega. Mõnedel ainetel on pikad ahelad ühes tasapinnas ja omavahel seotud nagu sillakestega; teistel paiknevad nad ruumiliselt — üksteisest madalamal või kõrgemal. Sel juhul nimetatakse molekuli kolmemõõtmeliseks, sest tal on kõik kolm mõõdet: pikkus, laius ja kõrgus.

Villa molekulid meenutavad näiteks köisredelit, mille külgedeks on pikad ahelad, «pulkadeks» aga külgahelad. Kunstvaigu — bakeliidi kolmemõõtmeline molekul sarnaneb võreetaolise kujundiga, millel on palju piki-, rist- ja põiksidemeid, kinnitisi ja sõlmi. Samal viisil on ehitatud mõnede teiste plastmasside molekulid.

Plastmasside molekulide võred võivad olla väga mitmesuguse tihedusega.

Sõltuvalt võre kujust muutuvad ka aine omadused. Võib valmistada plastmasse, mis on tugevad nagu teras ja

kõvad kui kivi. Võime saada plastmasse, mis on painduvad kui kummi, läbipaistvad kui klaas, kerged nagu udusuled.

Edusammud, mida keemikud on teinud suurte molekulide ehituse saladuse avastamisel, võimaldasid luua kunstlikult uusi materjale selliste omadustega, mis puuduvad isegi looduslikel ainetel.

Need edusammud võimaldasid valmistada puidust vääruslikke plastmasse ning laiendada puuvaikude, tselluloosi ja ligniini töötlemisel saadavate toodete sortimenti.

4. «ROHELISE RIIGI» ALUS

Tselluloos on elusas looduses kõige levinum aine. Teda sisaldavad suuremas või väiksemas koguses kõik taimed. Tselluloosi leidub nii kases kui ka tammes, nii haavas kui ka kuuses, samuti puuvillas. Kõige rohkem on tselluloosi puuvillas — umbes 95 protsenti; männis ja kuuses on teda ligi 60 protsenti, teistes puuliikides vähem. Keskmiselt moodustab ta üle poole taimede puidu, okste, koore ja juurte kogumist. Tselluloosi võib õigusega nimetada «roheline riigi» alussambaks.

Puidukiud võlgnevad oma tugevuse tselluloosile, mis on rakuseinte peamiseks ehitusmaterjaliks. Raku ladinakeelsest nimetusest (*cellula*) tulenebki sõna tselluloos. Meie igapäevases elus kasutatava peaaegu puhta tselluloosi näiteks võib olla hügrokoopiline vatt, valge kuivatuspaber ja linane riie.

Teadlased tegid tselluloosi ehitust uurides kindlaks, et selle molekulid kujutavad endast pikki ahelaid. Need ahelad koosnevad mitmekümnest tuhandest korduvast lülist, mis on nagu väikesed molekulid. Iga selline lüli koosneb kuuest süsiniku-, kümnest vesiniku- ja viiest hapnikuaatomist.

Puhas tselluloos on tahke aine, kuid enamus tahkeid aineid on kristalse ehitusega. Seepärast tulid mõned teadlased järeldusele, et tselluloosi niidikujulised molekulid on omavahel ühendatud range korrapärasusega ja asetsevad üksteisega paralleelselt, moodustades just nagu kristalli. Igas sellises mitsellis on, samuti nagu pliiatsid pakis, viiskümmend-kuuskümmend niiditaolist, sajast lülist koosnevat molekuli. Laotuna kõrvuti nagu telliskivid müüris moodustavadki need kristallid tselluloosi.

Selline järeldus aga on vastuolus paljude praktikas ilm-

nevate tselluloosi omadustega. On teada, et puuvillakiud on hea elastsusega ning võib tugevasti venida. Kristallidel aga selliseid omadusi pole.

Kui lõhestada tükk suhkrut või väävlit ja vaadelda selle murdepinda, võib märgata väikesi kristalli tahkusi. Need asetsevad mitmesuguste nurkade all ja näivad kergelt sädelevat, sest nad peegeldavad erinevalt valguskiiri. Vaigu- või liimitüki lõhestamisel saame aga sileda murdepinna. Sama võib tähele panna klaasi või kautšuki murdmisel. Selliseid aineid nimetatakse keemias amorfseteks aineteks.

Akadeemik V. A. Kargin ja rida teisi meie maa teadlasi loevad ka tselluloosi amorfseks aineks. Kuid see küsimus ei ole siiski veel lõplikult selgitatud.

Niisama tähtsat osa, nagu tselluloos, täidab taimeriigi esindajate elus ka teine orgaaniline aine — ligniin. Ligniin otsekui immutab läbi taimede rakuseinad ja teeb need jäigaks. Noorte rakkude seinad koosnevad puhtast tselluloosist, nad on painduvad ning elastsed. Vananedes aga muutuvad rakud pikkamööda kõvaks ning rabadaks, sest nende seintesse koguneb ligniini.

Kui puidu lõikepinnale tilgutada klooritsinkjoodi ja vaadata siis seda lõiku mikroskoobis, võib märgata kaht erinevat värvust — sinist ja kollast. Selle preparaadi toimel värvus tselluloos siniseks, ligniin aga kollaseks.

Ligniin on nagu tsellulooski kõrgmolekulaarne aine. Kuid tema molekul on ehitatud teisiti — ta on kolmemõõtmeline, s. o. kujutab endast keerukat ruumilist võret, mitte aga pikka paljulülilist ahelat.

Okaspuurakud sisaldavad lehtpuurakkudega võrreldes rohkem ligniini. Kuusel on seda näiteks 27 protsenti, männil 25 protsenti, kasel aga ainult 19 protsenti.

Üle saja aasta tegelevad keemikud ligniini ehituse ja omaduste uurimisega. Kuid seni pole paljud küsimused veel täiesti selged.

Teaduses põhjustas suuri vaidlusi küsimus, kuidas on taimerakkudes omavahel ühendatud tselluloos ja ligniin.

Ühed arvasid, et ligniin, mis mähib endasse tselluloosi rakuseintes, on nagu tsementeerivaks aineks ning ühendatud tselluloosiga mehaaniliselt. Teised aga oletasid, et ligniin ühineb tselluloosiga keemiliselt ja moodustab seejuures uue aine — lignotselluloosi.

Professor L. P. Zerebov sai hiljuti rea tähtsaid tõendeid,

mis kõnelevad tselluloosi ja ligniini vahel valitseva keemilise seose teooria kasuks.

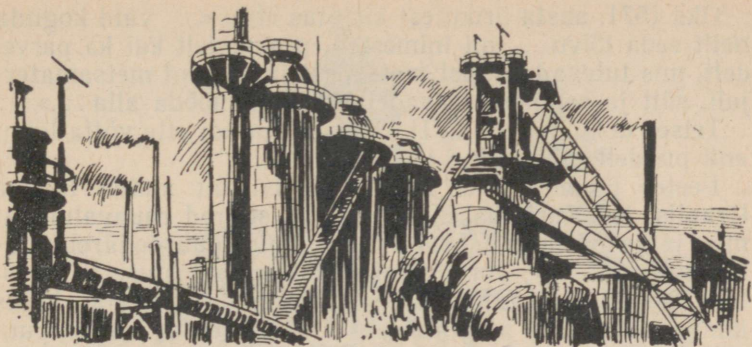
Puidurakkudes leidub ka suurel hulgal hemitselluloose. Need annavad nagu tsellulooski rakuseintele tugevuse. Eriti palju hemitselluloose on pähklikoores, puuvilla- ja päevaliliseemnete kestades. Lehtpuidus leidub neid keskmiselt umbes 25 protsenti, okaspuidus 10—12 protsenti.

Hemitselluloosid pole mingid kindlad ained, nagu näiteks ligniin ja tselluloos, vaid keeruline segu mitmesuguste süsivesinike molekulide. Keemias nimetatakse hemitselluloosideks selliseid puidus sisalduvaid aineid, mis lahustuvad leelistes, kuid ei lahustu kuumas vees. Oma loomuselt on nad tärglase ja tselluloosi vahepealsed ained.

Taimerakkudes ei esine hemitselluloosid puhtal kujul, vaid keemiliselt seotuna teiste ainetega, mis kuuluvad rakkude koostisse.

Meie teadlaste avastused kõrgmolekulaarsete ühendite keemias aitavad tunduvalt kaasa puidus leiduvate mitmesuguste ainete omaduste ja ehituse edukale uurimisele.

Nõukogude teadlased on selles noores orgaanilise keemia harus eesmisel positsioonil ja nad suudavad kahtlemata lahendada kõik puidukeemia probleemid.



Kolmas peatükk

TULEST SÜNDINUD

1. METALLURGIDE IIDNE ABILINE

Juba viis tuhat aastat tagasi oskasid inimesed saada maagist rauda. Väljakaevamistel egiptuse püramiidides leiti mitmesuguseid raudesemeid. Mitme aastatuhande eest tunti rauda ka Hiinas ja Indias.

Maak ei sisalda puhast rauda. Raud on seal keemiliselt ühinenud teiste ainetega, peamiselt hapnikuga.

Harilikult saadi rauda maagi sulatamisel söega. Süsi võttis rauahapendist hapniku ja vabastas puhta metalli.

Söepõletamine sai meie maal alguse väga ammu. Vana-Venemaa mitmesugustes rajoonides põletasid talupojad sütt juba XII sajandil. Järgnevatel aastasadadel arenes see tööndus üha edasi. XV sajandil ehitati Venemaal palju malmisulatamisahje ja «röstimispotte» Ustjužnõis, Tuulas, Kaširis, Novgorodis, Kargopolis. Rauda toodeti ka mitmetes Karjala ja Arhangelski kubermangu rajoonides; sütt aga põletasid talumehed igal pool, kus leidis sepikodasid ja malmisulatamisahje.

Tsaar Aleksei Mihhailovitši valitsemise ajal võttis malmi sulatamine veelgi suurema ulatuse; vene malmi hakati eksportima välismaale kümnete tuhandete puudadena. Venemaale kuulus tollal malmi tootmise alal üks esimesi kohti Euroopas.

Söepõletamisest kui iseseisvast tööndusharust tunnistavad sellest ajajärgust pärinevad arvukad tollidokumendid.

Üks 1571. aasta ürikutest kirjutab ette: «... vaid koguda neilt seda lõivu... nii inimestelt, praamidelt kui ka parvedelt, mis tulevad kõigist metsadest ja veavad metsamaterjali, sütt ja sammalt laevadel Volhovit mööda alla...»

Teises dokumendis XVII sajandist pandi ette võtta lõivu «nii puudelt, niinelt kui ka söelt».

Peeter Esimese ajal hakati ulatuslikult malmi tootma Uraalis. Ka Karjalas ehitas kroonu suured rauavalmistamis- ja vasesulatamistehased. Nõudmine puusöe järele suurenes järsult. Söe varumisest metallurgiatööstuse vajadusteks võtsid osa tuhanded söepõletajad. Tol ajal kulus ühe puuda raua sulatamiseks ligi kaheksa puuda puusütt.

Teatud ettekujutuse Peetri-aegse söevarumise ulatusest annab meile Olonetsi tehaste juhataja de Genini ettekanne. 1715. aastal teatas ta Peterburi, et Petrovski ja Povenetski tehase tarbeks on vaja talvel välja vedada 400 000 setverti (umbes 15 000 tonni) sütt — vastasel korral jäävad tehased seisma terveks aastaks.

XVII—XVIII sajandil tarvitati puusütt suurtes kogustes mitte ainult raua ja vase sulatamiseks, vaid ka musta püssirohu ja klaasi valmistamiseks.

Veelgi rohkem suurenes söe põletamine XIX sajandi teisel poolel. Ainuüksi Uraalis ulatus söe toodang kahe miljoni tonnini aastas. Arhangelski kubermangu Senkurski maakonnas tegeles 1867. aastal söepõletamisega 4119 talupoega.

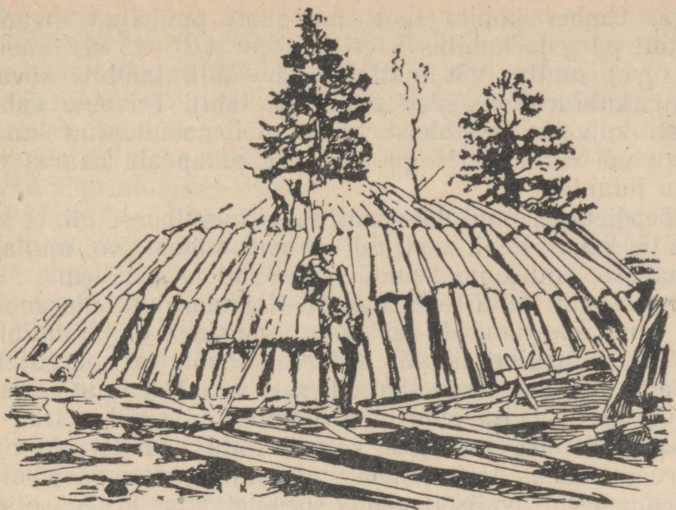
Käesoleval ajal on puusöevajadus mitu korda kasvanud. Kui kuhjata kokku terves NSV Liidus aasta jooksul tarbitav puusüsi, võiks sellest ehitada torni, mille põhjapindala on 1000 ruutmeetrit ja kõrgus 8—10 kilomeetrit. See torn oleks kõrgem kõige kõrgemast mäest.

Malmi ja terase sulatamisel kasutatakse tavaliselt koksi. Kuid parimaid malmi- ja terasesorte toodetakse tänapäevani puusöe abil.

Puusüsi on samuti vajalik kaltsiumkarbiidi ja väävelsüsiniku tootmisel ning aktiivsöe valmistamisel.

Kõik puusöe saamise viisid on rajatud ühele ja samale põhimõttele; puidu söestamise ajal on õhu juurdepääs piiratud või puudub üldse.

Kõige lihtsamaks ning primitiivsemaks söe valmistamise viisiks on puude söestamine miiliaukudes. 1,5—2 meetri sügavusse auku laoti kuivad puud. Kui auk sai täis, kaeti



Söepõletamiskuhi.

see pealt mättakorraga. Pärast põletamise lõpetamist lasti söel augus ära jahtuda.

Seda söepõletamise viisi kasutati Arhangelski, Vologda ja Novgorodi kubermangus ning Baltimaades, samuti nagu teisteski Venemaa paikkondades, paljude sajandite vältel. Eestis põletasid talupojad miiliaukudes sütt ainult omaenda vajadusteks, peamiselt sepatööde tarbeks (põllutööriistade sepiistamine, hobuste rautamine jne.). Peaaegu kuni XIX sajandi lõpuni põletasid sepad Uraalis ja põhjapiirkondades sütt miiliaukudes.

Koos metallurgia arenemisega ja rauasulatamise meetodite paranemisega täienesid ka söepõletamisviisid. Lihtsate aukude asemel hakati kasutama kuhje või miile ja hiljem — ahjusid.

Kuhjaviisilisel söepõletamisel valiti algul välja kuiv ning tasane koht — kuhjaase, mille suurus oli tavaliselt 4×7 meetrit. Platsi keskel löödi maasse 2—2,5 meetri kõrgune teivas. Sellest kahele poole umbes 20 sentimeetri kaugusele püstitati kaks lühemat teivast. Teivaste vahele pandi hagu, kuivi peerge jne. Teivaste ümber aga laoti mitmelt realt puuhalud nii, et tekkis kuhilasarnane hunnik, mis kaeti pealt kuuse- või männihagudega, sambla või õlge-

dega. Ümber kuhila laoti poolpüsti puuhalud, nendele asetati pärg ja kuhilas kaeti õhukese (10—15 sentimeetri paksuse) mulla- või mättakihi. Muld tambiti kõvasti kinni; kuhila otsas olev auk jäeti lahti. Teivaste vahele visati kuivast kasetohust torbik põlemasüüdatud kuusevaigu või tõrvaga. Hagu süttis ja pikapeale haaras tuli kogu hunniku.

Söepõletamisel miilides laoti puud hunnikusse nii, et keskele jäi kanal. Pealt kaeti miil samuti mätaste või mullaga. Kanalisse laoti kuivad puud ja süüdati need põlema. Miili katvasse mullakihti tehti augud — aknad, mille ülesandeks oli puu söestumisel tekkivate gaaside väljajuhtimine. Akende tegemine nõudis oskust. Ebaõigesti paigutatud aknad vähendasid söe saagist, sest välisõhk tungis nende kaudu sisse ja osa puid ei söestunud, vaid põles ära.

Söepõletamise protsessi kestus sõltus kuhila või miili suuruselt, ilmastikust, puude liigist ning meistri-söepõletaja kogemustest. Tavaliselt vältas söepõletamine keskmise suurusega (umbes 20-süllase) hunniku puhul 12—14 päeva. Tuule muutumine, vihm ja lumi võisid protsessi normaalset kulgu häirida, mistõttu põletamise kestus pikenes.

Söepõletajate töö oli erakordselt raske ja tervist kahjustav. Töötada tuli sõna otseses mõttes nii päeval kui ka öösel. Söepõletajad elasid niisketes külmades lobudikkudes ja muldonnides, seepärast haigestusid nad tihti.

Töö eest maksti neile näljakopikaid. Veel XIX sajandi lõpul maksti korvi (15—20 puuda) männipuusöe põletamise eest 75—90 kopikat, kasepuusöe eest vastavalt rubla kuni 1 rubla 25 kopikat. Söe väljaveo eest maksti söepõletajatele verstaviisi: korvi männipuusöe eest 2—4 kopikat, kasepuusöe eest — 3 kuni 5 kopikat.

Kuhjameetodil söestamise peamiseks puuduseks oli see, et suhteliselt suure tööjõukulu juures saadi vähe sütt: okaspuude puhul 55—65 protsenti, kasepuude puhul 40—50 protsenti (mahu järgi arvestades). See sundis paljusid leidureid otsima efektiivsemaid söepõletamise meetodeid.

Vene leiutajad, kelle hulgas oli ka palju talupoegi, esitasid XIX sajandi algusest peale hulgaliselt spetsiaalsete söepõletamisahjude originaalseid konstruktsioone, mis aitasid tõsta söe saagise protsenti. Mõõdunud sajandi kolmekümnendatel—neljakümnendatel aastatel levisid laialdaselt Sokolovski, Pjatnitski, Sokolovi ja Popovi tüüpi ahjud, mis andsid saagist 75—80 protsenti.

Kodumaa konstruktorite ahjud osutusid odavamateks ja paremateks kui tuntud saksa inseneri Schwarzi ahjud. Edaspidi täiustati ahjude konstruktsioone veelgi.

Kaasaegsetes ahjudes kuumutatakse söestatavaid puid kuumade gaasidega, mis suunduvad koldest ahju ahju-põranda all oleva lõõri kaudu või mööda torusid, mis asetsevad ahju alumises osas.

On olemas mitmesuguse konstruktsiooniga ahje: ühed töötavad perioodiliselt, teised pidevalt. Perioodiliselt töötavate ahjude (nii nimetatakse tehnikas ahje, mis töötavad vaheaegadega) töö katkestatakse söe jahutamiseks, väljaadimiseks ja ahju puiduga täitmiseks.

Niisuguse ahju soojus läheb ahju jahutamisel kasutult raisku: ta hajub uut puiduportsjonit kuumutamata õhku. Seepärast kulutatakse siin tunduvalt rohkem kütust kui ahju pideva töö korral. Saadav süsi on mehaaniliselt tugevuselt ja tükkide suuruselt ebaühtlane.

Pidevalt töötavates ahjudes saavutatakse tunduv kütuse kokkuvõid. Ühtlasi on ka ahju tootlikkus märksa suurem, sest puudega täitmine ja söe väljavõtmine toimub tööprotsessis ilma ahju seiskamata. Väheneb ka söe omahind.

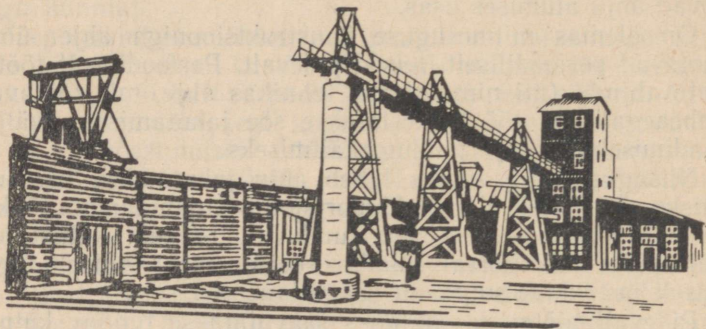
Meie maa paljudes rajoonides, eriti Uraalis, kasutatakse seniajani söe põletamiseks perioodiliselt töötavaid kamber-ahje.

Selline ahi on pikk, madal kamber laiuselga 4—5 meetrit. Kambri all, külgeina keskkohas, asetseb kolle. Ahju põranda keskele on tehtud auk, mille kaudu juhatakse ahju kuumad gaasid, mis väljuvad koldest läbi suitsukäigu. Augu kohale laotakse puuhalgudest ristriit, mis nagu korsten ulatub täiesti ahju laeni. Kuumad suitsugaasid lähevad läbi selle «korstna», jahtuvad veidi ning jagunevad ühtlaselt kogu kambri pindalale. Seetõttu saavutatakse puude parem söestumine ning välditakse söe ülekuumutamise võimalus. Pärast «korstna» ladumist pannakse ahju põrandale pikuti ümmargused puuhaldud, mida söepõletajad nimetavad aluspakkudeks; risti nende peale laotakse pooleks lõhutud ümarpakud, mis moodustavad tiheda lava. Alates korstna ümbrusest laotakse lava peale ahju keskossa vertikaalsed halud tüükaotstega ülespoole, nende peale aga tiheda virnana puud kuni ahju laeni (puud laotakse horisontaalselt, pikuti). Puud kantakse ahju kambri seintesse tehtud uste kaudu.

Kui ahi on puudega täidetud, suletakse ukse. Kõik pilud määratakse saviga tihedasti kinni ja koldes süüdatakse tuli.

Kolme-nelja ööpäeva möödumisel on puude söestumisprotsess lõppenud.

Siis jäetakse ahi 2—3 päevaks jahtuma. Kui süsi on jahtunud, avatakse ahju ukсед ja süsi laaditakse välja. Kuusepuudest saadakse 78—90 protsenti, mändidest 74—85 protsenti, kaskedest 60—65 protsenti sütt.



Grum-Gržimailo ahi.

Tsaari-Venemaal ei ehitatud pidevalt töötavaid ahje; need rajati meil alles pärast revolutsiooni. Nad on ökonoomsemad ja neid on mugavam ekspluateerida. Peale selle on nad varustatud seadmetega, mis võimaldavad püüda puidu söestamisel tekkivaid väärtuslikke keemiasaadusi. Perioodiliselt töötavates ahjudes läksid need koos suitsuga korstnasse.

Aminovi, Grum-Gržimailo ja Kozlovi konstrueeritud ahjud said laialdaselt tuttavaks. Kõige täiuslikum on Kozlovi ahi. Teistest taolistest ahjutüüpidest erineb Kozlovi ahi selle poolest, et siin saadakse ühtlane söemass.

Ahi koosneb kolmest telliskivikambrist, rekuperaatorist ja abiseadmest, mille ülesandeks on puidu lagunemisel tekkivate saaduste kogumine ning ümbertöötamine. Üks kambritest on kuivatiks, teises toimub puidu söestumine, kolmandas aga valmissöe jahutamine.

Ahju kolded paiknevad kuivatuskambri ja rekuperaatori juures.

Väikesteks klotsideks lõigatud puit kuhjatakse lahtisesse vagonettidesse; tõukur lükkab vagonetid rööpaid mööda kuivatisse. Siin kuivatatakse puiduklotse 20—27 tundi. Seejärel toimetatakse puit kõrvalkambrisse, kus seda kuumutatakse rekuperaatorist tulevate gaasidega.

Kuumad gaasid kulgevad läbi kambri vastassuunaliselt puiduvagonettide liikumisele; vagonette lükatakse edasi iga kahe-kolme tunni järel. Puitu kuumutavad suitsugaasid segunevad aurude ja gaasidega, mis tekivad puidu lagunemisel soojuse mõjul. Tekkiv gaaside segu juhitakse läbi seadme, mis eraldab segust äädikhappe.

Vastavalt puidu söestumisele suunatakse kuuma söega täidetud vagonetid viimasesse kambrisse, kus toimub jahutamine. See ei kesta üle 20 tunni. Vagonetid jahtunud söega juhitakse kambrist välja lüüsi kaudu. Söe saagis okaspuidust moodustab 82—86 protsenti, kasepuidust — 67 protsenti (mahu järgi).

Puusüsi talub transporteerimist halvasti. Transportimisel — eriti suurtele kaugustele — süsi mureneb, imab endasse niiskust ja rikneb.

Söest on aga võimalik valmistada vastupidavat briketti, mis kannatab vedu ükskõik kui suurtele kaugustele. Söe briketeerimise mooduse leiutamine omistati varem prantslasele Marsais'le, kes võttis sellele 1842. aastal patendi. Kuid juba 1766. a. oli vene akadeemik J. Lehman teinud ettepaneku peenkivisöe briketeerimiseks; 1841. aastal aga sai A. Vešnjakov privileegi uuele kütteainele — «karboleiinile». Leiutaja tegi ettepaneku puusütt (samuti ka kivisütt või koksi) peenestada, sõeluda, segada taimse või loomse õliga ning saadud mass hüdraulilise pressi abil kottides kokku suruda. Sel viisil valmistatud brikette tuli pärast kuivatada. Käesoleval ajal segatakse peenestatud süsi tõrvaga (20—25 protsenti), pressitakse, kuivatatakse ning kuumutatakse retordis 375—450 kraadini ilma õhu juurdepääsuta.

Briketeerimine võimaldab jäätmetest — peenest söepurust — saada väärtuslikku kütust. Briketi kütteväärtus on tunduvalt kõrgem kui sõel ja ta vajab neli korda vähem ruumi kui puusüsi. Brikett ei karda vihma ega rõskust; ta imab niiskust kümme-üksteist korda vähem kui süsi. Briketti kasutatakse nii malmi sulatamiseks kui ka kütusena autode ja traktorite gaasigeneraatorites. Kolmetonnine veoauto vajab 100 km läbisõiduks briketti ainult 30 kilogrammi, kuna puuklotse läheks vaja 120 kilogrammi.

Metallurgide ammuaegsest abilisest — puusöest — on tänapäeval saanud ka keemikute tõeline liitlane. Eriti tähtis osa keemilistes tootmisprotsessides on aktiivsõel.

2. GAASIDE NEELAJAD

22. aprillil 1915 kell 17 alustasid Saksa rasked haubitsad Belgia linna Ypres'i ägedat pommitamist. Vastuseks hakkasid mürisema Prantsuse suurtükid. Läbitungiva vilinaga lendasid mürsud kaevikute kohal. Äkki vastase kahurid vaikisid, ja vaatlejad Prantsuse positsioonidel märkasid kaht rohekat pilve, mis laotusid madalalt Saksa kaitseliinide ees. Selle eesriide taha kadusid peagi Saksa kaevikud ja traattõkked.

«Rünnak! Rünnak! Sakslased jooksevad roheka udu kaitsele.» Prantsuse sõdurid hüppasid üksikult ja gruppides kaevikust välja. Äkki hakkasid edasijooksvad sõdurid kõhima ja põikasid kõrvale; mõned kukkusid nagu kuulist tabatud, ülejäänud jooksid kaevikusse tagasi. Võigas roheline pilv aga roomas neile halastamatult järele. Algas õudne paanika. Terved väeüksused pistisid tagasi vaatamata põgenema.

See oli esimene gaasirünnak. Kuue kilomeetri pikkusel frondil seadsid sakslased üles kolmsada patareid, millest igauks sisaldas kakskümmend gaasiballooni.

Selle rünnaku tagajärjeks oli 15 000 mürgitatut, kellest 5000 varsti surid. Prantsuse kaitseliin murti läbi 8 kilomeetri ulatuses.

58 päeva pärast teostasid sakslased kloorirünnaku Vene rindel väikese asula Bolehhovo rajoonis. Kaheteistkümmne kilomeetri ulatuses seati üles kaksteist tuhat klooriballooni. Õõ tulekul avas vaenlane suurtükitle ja laskis seejärel valla gaasi.

Vene väed näitasid üles võrratut vastupidavust. Sakslased ründasid üksteist korda, löödi aga iga kord tagasi. Üheksa tuhat vene sõdurit langes rivist välja, kuid sakslastel ei õnnestunud sammugi edasi liikuda.

Sel kombel kasutas Saksa väejuhatas 1914.—1918. a. imperialistlikus sõjas esimesena laias mastaabis keemilist relva, rikkudes kuritegelikult rahvusvahelist konventsiooni, millele 1894. a. olid Haagis alla kirjutanud kõik tsiviliseeritud rahvad.

See seadis teadlaste ette tähtsa ülesande: luua kaitsevahendid gaasi vastu.

Paljud vene teadlased, esmajoones akadeemik Nikolai Dmitrijevitsš Zelinski (tol ajal professor), ei saanud osavõtmatult suhtuda tuhandete vene sõjameeste hukkamisse.

Moskvas, Petrogradis, Kiievis, Harkovis ja teistes Venemaa linnades hakkasid teadlased pingeliselt töötama, otsides vahendeid gaasi vastu.

Enamik teadlasi soovitas kaitseks mürgiste gaaside vastu mitmesugust tüüpi marlist sidemeid, mis olid läbi immutatud mingisuguste kemikaalidega — leelistega, hapetega jne. Kuid taolised sidemed osutusid üsna ebatäiuslikeks.

N. D. Zelinski valis teise tee. Ta pani ette kasutada õhuga koos sissehingatava mürgise gaasi neelajana tahket poorset ainet — puusütt.

Juba XVIII sajandi lõpul oli märganud väljapaistev vene keemik akadeemik T. Löwitz, et puusöe pind on võimeline hästi koguma lahustunud aineid.

«Teostades suure arvu katseid, et selgitada söe mõjumisjõudu teistele ainetele, märkas in ma seejuures juba möödunud aastal, et süsi kõrvaldab ainsa silmapilguga rikutud veelt roiskunud ning haisva lõhna,» kirjutab ta 1791. aastal.

Akadeemik Löwitz kasutas sütt edukalt roiskvee ja viina puhastamiseks ning mitmesuguste lahuste valastamiseks. Löwitzi avastust hakati varsti laialdaselt kasutama kogu maailmas, kuid keegi ei uurinud puusöe omadusi mürgiste gaaside neelajana.

Selle töö kallale asus energiliselt N. D. Zelinski. Professor Zelinski juhatas tol ajal Peterburis Rahandusministeeriumile kuuluva piirituse- ja viinatehase keemialaboratooriumi. Selles tagasihoidlikus halvasti sisustatud «kõrtsilaboratooriumis» — nagu seda teadlane ise kibedusega nimetas — korraldas ta erilises ruumis 1915. a. suvel katseid, et kontrollida söe kaitsvat toimet inimestele.

Ruumis olevasse õhku lasti kloori, fosgeeni või mõlemaid gaase segamini. Gaasi kontsentratsioon tubases õhus ulatus vaid 0,001—0,005 protsendini. Selline gaasihulk on inimese täielikuks mürgitamiseks siiski küllaldane. Kui aga taskurätikusse asetada mõned sötükid ja suruda rätik tihedasti vastu nägu, võib toas viibida tervist kahjustamata 8—10 minutit.

Esimeste katsete juures kasutati sellist lihtsat gaasimaski, Hiljem aga pandi süsi konservitoosi, millel põhi ja kaas olid asendatud võrega. Nii loodi esimene söega töötav vene gaasikurn, mis pidi päästma kümnete tuhandete sõdurite elud mitte ainult Vene, vaid ka tema tolelaegsete liitlaste — inglaste, prantslaste ja itaallaste armeedes.

Zelinskil tuli oma ideede ellurakendamiseks palju töötada

ja pingutada. Tsaariametnikud tegid Zelinski gaasitorbiku kasutusele võtmisele armees igasuguseid takistusi. Alles 1916. a. keskel hakkasid vene teadlase loodud söe-gaasikurnad saabuma rindele. Hiljem võeti Zelinski gaasitorbik ka rea välismaiste armeede relvastusse. Imetusväärne gaasi-imaja — süsi — päästis tuhandete sõdurite elu.

Söe ja teiste tahkete ainete omadust koguda oma pinnale gaase, auru ning lahustunud aineid, nimetatakse adsorptsioonivõimeks; adsorbeerivaid aineid aga nimetatakse adsorbentideks.

Kõige levinum adsorbent on aktiivsüsi. Seda saadakse peamiselt puusöe töötlemisel veeauru joas, mille temperatuur on 700—1000 kraadi, või hõõgutamisel 400—450-kraadisel temperatuuril. Hõõgutamine toimub statsionaarsetes või kantavates ahjudes, kuhu õhk vabalt sisse pääseb.

Kõige lihtsam ahi puusöe hõõgutamiseks on telliskivist nelinurkne kast, mille seintes on augud ning põhjaks rest.

Aktiivsütt võib saada mitte ainult jahtunud puusöe kuumutamisel, vaid ka söepõletamise protsessis. Selleks suurendatakse puidu söestumisprotsessi lõpul õhu juurdevoolu söepõletamisahju, mille tulemusena söe adsorptsioonivõime suureneb. Ühe grammi aktiivsöe pooride üldpindala võib ulatuda kuni tuhande ruutmeetri.

Aktiiveerimiseks kasutatakse ainult kase-, lepa- ja pöögisütt. Kuuse- ja männipuit, milles on rohkesti vaiku, ei kõlba aktiivsöe valmistamiseks.

Aktiivsütt kasutatakse tehnikas laialdaselt vee puhastamiseks, suhkrukehastes — siirupite valastamiseks, viinavabrikutes — puskariõlide eemaldamiseks ja lenduvate vedelike aurude eraldamiseks õhust. Samuti tarvitatakse teda bensiini imamiseks looduslikest gaasidest, mis eralduvad suurel hulgal naftatööstuses. Haavade desinfitseerimisel asendamatut joodi saadakse samuti söe abil — joodiühendite adsorbeerimise teel naftaveest. Aktiivsütt kasutatakse ulatuslikult ka paljude teiste meditsiiniliste preparaatide valmistamisel.

Mõnedes keemilistes menetlustes toimib aktiivsüsi katalüsaatorina, see tähendab — aitab kaasa reaktsiooni toimimisele, säilides ise muutumatuna. Kui näiteks juhtida läbi aktiivsöe valgustusgaasi, milles leidub lisandina väävelvesinikku, siis on võimalik viimast mitte ainult eraldada, vaid ka muuta teda väävliks.

Akadeemikute N. D. Zelinski ja B. A. Kazanski poolt

väljatöötatud meetodi järgi muudetakse atsetüleengaas 650 kraadini kuumutatud aktiivsöe abil vedelikuks — bensooliks, millest saadakse värve, arstimeid, plastmasse jne.

Viimastel aastatel on nõukogude teadlased saavutanud suurt edu aktiivsöe ning teiste adsorbentide omaduste uurimisel.

3. PUU SISEMUSEST

Puusöe põletamisega kaasnes ammust ajast tókati- ja tórvaajamine.

Tuntud rooma õpetlane Plinius, kes elas esimesel sajandil meie ajaarvamise järgi, kirjutas oma «Loodusloos», et puu-tókati kasutati iidsetest aegadest peale laipade balsameerimiseks.

Novgorodlastel oli XII—XIV sajandil elav tórva kaubandus Lääne-Euroopaga. Juba XVI sajandil tulid Arhangelskisse tórva järele Hollandi ja Inglise laevad. XVIII sajandil veeti ainuüksi Arhangelski sadama kaudu välismaale nelikümmend-viiskümmend tuhat vaati tórva aastas, üksikutel aastatel aga isegi kaheksakümmend kuni üheksakümmend tuhat vaati. Väiksemates kogustes — mõni tuhat tünni — veeti tórva välja ka Balti mere sadamate Viiburi, Riia ja Tallinna kaudu.

Venemaa oli ka hiljem peaaegu kõigi Lääne-Euroopa maade peamiseks varustajaks selle metsakeemiasaadusega.

Vene tórva suurimateks ostjateks XVIII sajandi algul ja Peetrile järgnenud ajal olid inglased. Palju tórva saadeti ka Hollandisse ja Rootsi; seda osteti meeeldi Hispaanias ja Portugalis.

Tórva ekspordimisel anti välismaa kaupmeestele suuri soodustusi. Peeter Esimese isiklikus arhiivis on säilinud tema kiri Arhangelski viitsekubernerile A. Kurbatovile, milles Peeter käsib anda kaupmeestele Pahlile, Lubbes'ile ja Gutfellile autasuks kümme tuhat vaati tórva.

Arhiivimaterjalide hulgas on avastatud tsaari korraldus Arhangelski teisele viitsekubernerile P. Lodõženskile, milles kästakse mitte võtta tórva eest raha inglise kaupmeestelt Robinsonilt ja Gurtsonilt. Selle korralduse on Peeter Esimene kirjutanud Tallinnas 6. augustil 1715 ja see kõlab järgmiselt:

«Härra viitsekuberner.

Möödunud aprilli 4-ndal päeval meie kirjutasime Teile,

et tõrva eest, mis möödunud 1713-ndal aastal on linna poolt antud inglastele Robinsonile ja Gurtsonile, neilt kuni korralduseni raha mitte nõuda, samuti raha, mis nad võlgnesid linnale maksudena, nimelt 8743 rubla, ja allkiri (või võlakiri) selle raha kohta on kästud saata meile; kuna nüüd arved nendega vürst Kurakini kaudu on lõpetatud, sealhulgas ka see raha, mis nad peaksid maksma tõrva eest, samuti nende mainitud võlg 8743 rubla tasutud, seepärast niihästi tõrva eest kui ka mainitud võlga 8743 rubla neilt ärge nõudke ning võlakiri selle raha kohta andke temale, Gogelile, ära ...

Peeter.

Reveli juures ankrus seisvalt laevalt «Ingermanland» 6. augustil 1715.»

Tõrva (samuti ka tõkati ja pigi) müüki reguleeris riik, ja see tõi riigikassale suurt tulu.

Belozerski tolliürikus 1551. aastast on öeldud: «Aga kes Belozerski linna ja kõigi Belozerski valdade elanikest ... veab mett, tuhka, tõkati ... , neilt võtta raha koorma ja ree pealt.»

Maks, mida Peeter Esimese ajal võeti tõrvasaadustelt riigi kasuks, moodustas peaaegu 25 protsenti nende müügihinnast.

Peeter Esimene osutas erilist tähelepanu tõrvaajamis- tööduse arendamisele. Venemaa ehitas tollal suurt mere- ja jõelaevastikku. Olonetsi laevaehitustehases ehitati 1703. aastal üheaegselt viitkümme laeva. Laevu lasti vette küll Arhangelskis, küll Voronežis, küll Peterburis. Kõite tõrva- miseks ja laevade katmiseks vajati tohutul hulgal tõrva. Väikese veesõiduki — tjalka — tõrvamiseks kulus seda kuni neli vaati.

1707. aastal toimetati ainuüksi Olonetsi laevaehitusteha- sse 275 000 puuda tõrva.

Tõrva loeti Peetri ajajärgul (ja varem) sõjamoona- ks; teda tarvitati sõe kõrval valgustus- ja tulimürskude tootmi- seks, samuti «pimestavate, suitsu- ja vingumürskude» val- mistamiseks. Tõrva kasutati nii süütenoolte tegemiseks kui ka kindluste kaitseks: keeva tõrva valati ründavatele vaen- lastele kaela.

Vähesel hulgal vajati tõrva ka parkalitöödel — pehmete nahkade saamiseks, ja sepikodades — vesirataste abil lii- kuma pandavate malmvasarate määrimiseks.

Ammust ajast kasutati pigi jalatsite õmlemisel, tõrva aga vankrimäärdeks.

Ka Peetri-järgsel ajastul püüdis valitsus tõrvasaaduste tootmist riigis igati laiendada, samuti suurendada nende ekspordi välismaale. Korduvalt anti välja spetsiaalseid ukaase ning korraldusi. Nii näiteks koostas Arhangelški kuberner Golovtšon 1779. aastal erilise ettekirjutuse «tõrvakaubanduse õitsvale järjele viimisest». Nimetati praakerid, kes valvasid selle järele, et tõrv oleks «igasuguste lisanditeta ja võltsimata».

Tõrva ja teiste metsakeemiasaaduste toodang kasvas pidevalt aastast aastasse. Möödunud sajandi lõpul ulatus tõrvatoodang 2 miljoni puudani, tõkatitoodang 4 miljoni puudani ja pigitoodang — 150 000 puudani. Ule miljoni puuda tõrva veeti igal aastal Arhangelškist «mere taha».

Kõige rohkem toodeti neid saadusi juba vanast ajast peale põhjapiirkondades — Vologda kubermangu Velski, Solvõtšegodski ja Totma maakonnas ning Arhangelški kubermangu Šenkurski, Holmogorõ, Onega ja Pinega maakonnas.

Tõrvaajamine oli talupoegade tähtsaimaks kodutöönduseks. Ei olnud peaaegu perekonda, kus poleks tegeldud tõkati ja tõrva ajamisega. Nii tegelesid möödunud sajandi neljakümnendatel aastatel Šenkurski maakonna 21 657 talupojast tõrvatööndusega 5204 inimest ehk veerandkogu elanikkonnast.

See tööndusharu andis talupoegadele siiski väga tagasihoidlikku tulu. Tõrvamüügist said hiiglakasumeid ainult ülesostjad; möödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel maksid nad vaadi tõrva eest talupoegadele 1 rubla 91 kopikat, ise aga said 2 rubla 32 kopikat puhaskasu vaadilt.

Juba vanast ajast peale valmistasid talupojad tõrva utmise teel, «suitsutades» aukudes männikände ja terveid puid. Eriti hindasid nad vanu poolpehkinud kände, sest need sisaldavad tõrva rohkem.

Maasse kaevati kuni kolme meetri sügavune auk. Augu põhja asetati umbes meetrikõrgune neljakandiline puust kast või ümmargune laudvann. Auk vooderdati laudadega, millede alumised otsad lasti kasti. Kasti seinad ja põhi kaeti kuusekoorega, et vältida tõrva imbumist maasse.

Et tõrvaspuidu põletamisel tuli ei süütaks tõrva, suletati kast pealt kiviga, mis asetati väikestele puidust klotsidele. Mõnikord tehti augu põhja renn või paigutati sinna toru,

mille kaudu tõrv voolas allapandud vaati. Sel puhul kaevati auk kõrgendikule või mäeküljele. Eestis vooderdati auk seestpoolt harilikult paekiviga.

Tõrvaspuit laoti auku vertikaalselt; sõltuvalt augu suurusest pandi seda sinna kümme kuni kaksteist sülda. Ühest süllast tõrvaspuidust saadi vaat (ligikaudu kaheksa puuda) tõrva.

Nii primitiivselt aeti Venemaal tõrva üle seitsmesaja aasta. Mõnel pool kasutati seda meetodit peaaegu kuni Oktoobrirevolutsioonini, vaatamata sellele, et ammugi olid olemas täiuslikumad tõrvaajamise viisid. Niisugustes aukudes aeti ka tõkatit. Sellisel juhul laoti tõrvaspuidu asemel auku kasehalud.

Eesti talupojad tootsid tõrva ja tõkatit ainult omaenda vajadusteks. XIX sajandi keskel oli Eestis vaid üks tõkativabrik — Tudu külas Virumaal. Selle toodangust ei jätkunud tõkativajaduse katteks. Tõkatit veeti sisse Soomest.

4. VENE MEISTERMEESTE LEIUTIS

XVIII sajandil hakkasid Vologda, Arhangelski, Kostroma ja mõnede teiste kubermangude talupojad tõrva ajama saviastjates.

Need olid suured savist pütid või pealt lahtised potid, kuhu mahtus umbes neli ämbrit vett. Püti põhjas olid augud. Sellisesse savinõusse laoti lühikesed vaigused halud või peenikesteks tükkideks raiutud kännud. Siis suleti nõu pealt telliskividega või saviga. Püti aukudega varustatud põhi asetati künasse, mille kaudu tõrv välja voolas.

Savipütt kaevati veerand arssina sügavuselt maasse ja tema ümber tehti tuli.

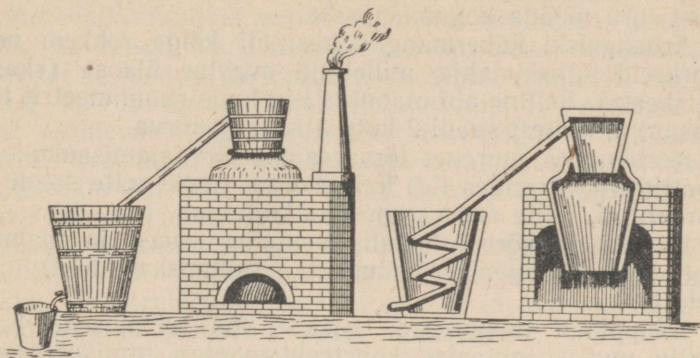
Mõnikord asetati pütt kummuli savikaussi, mis paigutati maasse kaevatud süvendisse. Savikauss oli varustatud väljavooluavaga, kuhu pisteti savitoru. Toru ots juhiti teise savipütti, mis oli samuti kaevatud maasse. Tõrv tilkus kaussi ning voolas sealt toru mööda pütti.

XIX sajandi algul hakati ühes tehases tõrvaajamispotte valama isegi malmist. Valatud pott nägi välja nagu koonilise kujuga katel.

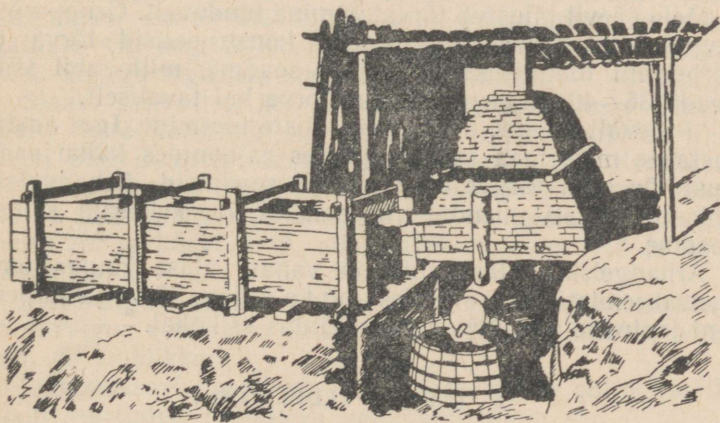
Tõrvaajamine vene talupoegade-tõrvapõletajate poolt leiutatud pottides oli esimeseks sammuks tõrvaajamisviiside

täiustamise teel. Kuid samuti nagu aukudes, nii ei saadud ka pottides tõrva kaugeltki täielikult tõrvaspuidust eraldada.

Seepärast otsisid vene leidurid ja tõkati- ning tõrvaajamisega tegelevad talupojad üha uusi täiuslikumaid tõrva- ja tõkatiajamise mooduseid.



Põhjarajoonides kasutatav pigi ja tärpentini tootmise seade.



Kestahi.

XIX sajandi algusest peale hakati laialdaselt kasutama telliskivist tõrvautmisahje, mida nimetati kestahjudeks. Viimased koosnesid kahest suurest teineteise sisse paigutatud telliskivist kastist või silindrist. Kastidevahelisse

ruumi paigutati kütus, sisemisse kasti aga väikesteks tükideks lõhutud tõrvaspuit.

Sisemise kasti ava müüriti tellistega kinni, määriti üle saviga ja riputati peale liiva. Männipuitu kuumutati ilma õhu juurdepääsuta, s. o. uteti. Kuumutamisel eralduvad tärpentinaaurud juhiti toru kaudu välja, tõrv aga voolas teist toru mööda kogumiskoosse.

Arhangelski kubermangus kasutati kõige rohkem nelinurkseid telliskiviahje, millel oli ovaalne ülaosa («kast» ja «kest»). Selline ahi mahutas ligi kuus ruumimeetrit tõrvaspuitu, millest saadi 2 kuni 3¹/₂ vaati tõrva.

Kestahjudes suurenes tõrva saagis tõrvaajamisaukude ja -pottidega võrreldes ligi kaks korda; peale selle saadi ka tärpentiini, mille aur varem läks kaduma.

Kestahjude kõrval hakati kasutama rauast ja malmist katlaid (mida mõnikord nimetati pruulimiskateldeks) ning retorte.

Iseõppinud talupoegade edasise töö tulemusena loodi palju uusi originaalse konstruktsiooniga utmisaparaate, jahuteid, retorte ja tõrvaajamisahje. XIX sajandi lõpul võtsid vene käsitöölised-tõrvaajajad rea patente puidu keemilise töötlemise mitmesugustele meetoditele.

Meie päevil täiustub tõrvatootmine tunduvalt. Grupp nõukogude metsakeemikuid-insenere konstrueerisid tõrva ja tärpentiini tootmiseks uut tüüpi seadme, mille abil võib saada 35—40 protsenti rohkem tõrva kui tavaliselt.

Pidevalt laieneb ka tõrvasaaduste tootmine. Igal aastal lastakse meie maa mitmesugustes rajoonides käiku sadu uusi tõrva ja tärpentiini tootmise seadmeid. Arhangelski oblastis ehitati viiendal viisaastakul üle kahesaja sellise seadme.

Arhangelski oblast, mis on vanast ajast kuulnud oma metsakeemiatööstuse poolest, on ka praegu tõrva ja tärpentiini tootmise alal Nõukogude Liidus esikohal.

5. TAHKED VEDELIKUD

Peaaegu seitse sajandit enne meie ajaarvamise algust elas Vahemere idakaldal Miletose linnas tuntud kreeka filosoof Thales. Neil muistsetel aegadel olid filosoofid ühtlasi looduseuurijateks. Püüdes tunnetada ning seletada neid ümbritsevat maailma, vaatlesid ja kirjeldasid nad mitmesuguseid loodusnähtusi.

Kord töid sõbrad Thalesele mererannalt leitud väikese läbipaistva kollakaspruuni kivi. See oli mingi ebaharilik kivi. Ta oli veest kergem, põles tules ja — mis kõige imelikum — kivis oli, nagu rosin saias, kärbes.

Muistsed kreeklased nimetasid seda ebatavalist kivi elektroniks, meie aga kutsume teda merevaiguks.

Merevaiku tundsid peale kreeklaste, foiniiklaste ja egiptlaste ka teised Vana-Idamaa rahvad. Juba eelajaloolisel ajal oli ta tuntud ka Euroopa ja Siberi elanikele. Inglismaal leiti arheoloogilistel väljakaevamistel pronksiajast pärinevates matmispaikades merevaigust kaelakeesid. Siberis avastati kiviaja kalmetel merevaigust ilustusi. Merevaigutükke on leitud ka Valge mere kallastel, Ohhoota mere rannikul ning Sahalini saarel.

Kõige sagedamini aga kohtame merevaiku Balti mere lõunarannikul. Kohalikud elanikud korjavad merevaigutükke iga tormi järel; neid toovad päevavalgele kalurid võrkudega ja kaevavad lapsed rannaliivast.

Mõnes kohas Baltikumis lebavad merepõhjas suured massiivid «sinist mulda», millesse on maetud tuhandeid suuri ja väikesi merevaigutükke.

Mere tugeval lainetamisel uhetakse need põhjast lahti, haaratakse mässavate lainete poolt kaasa ning heidetakse kaldale. Oli aeg, millal merevaiku hangiti isegi merepõhjast. Sellega tegelesid spetsiaalsed inimesed — sukeldujad.

Slaavi rahvastel, kes iidsetest aegadest elasid sumeda Balti mere kallastel, oli merevaik vahetuskaubaks. Teda veeti piki Dneprit Mustale merele, sealt aga Kreekasse.

Sellest ilusast mineraalist valmistasid Kreeka kivinikerdajad mitmesuguseid naiste ehteid — kaelakeesid, sõlgi, pandlaid ja käevõrusid, nikerdasid malevigureid ja arvelauakettaid.

Merevaigust esemeid hinnati eriti siis, kui helekollases merevaigus võis näha ilusat, hästi säilinud liblikat, põrnikat või ämblikku.

Lomonossovi poeetiliste tööde seas leidub antiikaja filosoofi Martialise naljatleva nelikvärsi tõlge:

Papli varjus sipelgas kord ringi käis,
jalg tal äkki vaigu sisse kinni jäi.
Kuigi eluajal oli põlatud ta sugu,
pärast surma, merevaigus, peeti temast lugu.

Veelgi ulatuslikumalt hakati merevaiku kasutama XVII—XVIII sajandil Euroopas. Sellest valmistati tassikesi, kari-

kaid, tubakatoose, küünlajalgu; merevaiguga kaunistati valitsejate ja suurnike losside tube ning saale.

Katariina palees Puškini linnas oli ilu poolest kuulus merevaigust tuba. Selles toas olid kõik seinad kaetud helepruuni ja kollase mosaiigiga, mis koosnes mitmesuguse kuju ning suurusega poleeritud merevaigutükikestest. Seintesse oli tehtud neli värvilistest kividest mosaiikpilti, mis asetsesid merevaigust raamides.

Lisaks sellele olid seinad kaunistatud merevaigust nikerdatud bareljeefide ja kujudega.

Suure Isamaasõja ajal põletasid Saksa fašistlikud väed lossi maha. Merevaigust tuba rööviti paljaks ja merevaik viidi Saksamaale.

Praegusel ajal tehakse merevaigust nagu varemgi mitmesuguseid ehteid ja iluasjakesi — kepinuppe, suitsupitse, kaelakeesid jne. Peamiselt kasutatakse teda siiski lakkide ja polituuride väärtuslike erisortide, vahel harva ka raadio-tehniliste seadiste ja elektriaparaatide isolaatorite valmistamiseks.

Kuigi merevaik on inimestele ammust ajast tuntud, jäi tema tekkimise saladus paljude sajandite vältel mõistatuseks.

Välimuselt sarnaneb merevaik kiviga, kuid selles leidub kärbseid, tiguseid, liblikaid. Mil kombel võisid need kivisse sattuda?

Teadlased avaldasid palju mitmesuguseid oletusi, kuid kõik need ei suutnud selgitada merevaigu tõelist loomust.

Väga kaua pidasid Lääne-Euroopa teadlased merevaiku kiviks nagu malahhiiti ja jaspistki. Nad arvasid, et merevaik tekkis väävli ühinemisest mulla- ja õliosakestega.

1763. aastal tõestas vene keemia rajaja M. V. Lomonosov, et merevaik ei ole kivi, vaid aja jooksul kivinenud okaspuuvaik. Ta naeris välja Lääne-Euroopa mineraloogid, kes terve mõistuse kiuste pidasid jonnakalt merevaiku kivimiks, vaatamata «säärasele hulgale temas peituvatele väikestele roomajatele, kes elutsevad metsades, samuti paljudede lehtedele, mis merevaigu sees on näha, kes kõik nagu elaval häälel räägivad vastu sellele arvamusele ja teatavad kindlalt, et puudest voolava vedela vaigu külge kleepus kunagi selliseid putukaid ja lehti; pärast seda jäid nad pealt üle valatuks ning suletuks»¹.

¹ M. V. Lomonosov. Teosed, 5. köide, lk. 611, NSV Liidu TA väljaanne 1954.

M. V. Lomonossov kirjeldab värvikalt, kuidas vaiguga kaetud puud hiljem maasügavusse laskusid ja vaik merevaiguks muutus.

«Metsane... maakoht kattus voolava merega: puud langesid maha, kattusid muda ja liivaga... pika aja jooksul tungisid vaiku mineraalsed nõristused, andsid sellele suure kõvaduse ja, ühe sõnaga, muutsid ta merevaiguks, milles meie (putukad) leidsime toredama hauakambri, kui maailma kuulsatel ja rikastel inimestel võib olla.»¹

Looduses tuntakse peale merevaigu veel teisigi kivistunud vaike. Rumeenias, päikesepaistelises Sitsiilias ja kaugel Birmas leitakse merevaiguga sarnanevaid kivikesi.

Kaasaja teadlased tegid kindlaks vaikude kivinemise tõelise põhjuse. Vaigu merevaiguks muutumise saladust aitas neil avastada kõrgmolekulaarsete ühendite keemia.

Vaikude koostist uurides avastasid keemikud, et need kujutavad endast mitme orgaanilise vedeliku segu. Paljud orgaanilised vedelikud võivad teatud tingimustes paksendada. Nende väikesed molekulid liituvad suuremateks molekulideks ja moodustavad uusi aineid, millel on suur molekulaal ning uued omadused. Selliseid aineid nimetatakse keemias polümeerideks ehk kõrgmolekulaarseteks aineteks. Orgaaniliste vedelike tahketeks polümeerideks muutumise protsessi nimetatakse polümerisatsiooniks.

Polümerisatsiooni tagajärjel kõvenesidki järk-järgult vaigukogumid, mida vesi kaitses õhu mõjude eest, kuni nad muutusid kivitaoliseks massiks.

Teadlased märkasid ammugi, et hüübinud vaik sarnaneb välimuselt tahke ainega. Katsudes tundus ta kõvana, kuid samal ajal purunes löögi mõjul kergesti, mis andis tunnistust tema rabedusest.

Sedamööda, kuidas arenes teadus ja süvenesid meie teadmised aine ehitusest, tulid teadlased järeldusele, et need kaks tunnust — kõvadus ja rabedus — ei ole tahke aine ainukesed ning peamised tunnused. Tõelisel tahkel ainel on kristalliline ehitus ja ta sulab kindlal temperatuuril.²

Kuumale plaadile asetatud pliitükk säilitab oma kuju seni, kuni ta kuumeneb 327,4 kraadini. Niipea kui tempera-

¹ M. V. Lomonossov. Teosed, 5. köide, lk. 611, NSV Liidu TA väljaanne 1954.

² On siiski olemas tahkeid aineid, millel tahkest olekust vedelasse olekusse ülemineku piirkond on laiem. Nii on näiteks raud teatud temperatuurivahemikus plastilises olekus.

tuur on tõusnud sulamistäpini, algab plii üleminek tahkest olekust vedelasse olekusse; temperatuur aga enam ei tõuse, enne kui kogu pliiitükk on sulanud.

Vaigul aga puudub nii kristalliline ehitus kui ka kindel sulamistäpp. Ka külma kätte asetatud vaigutükk muudab järk-järgult kuju ja valgub laiali. Kuumutamisel pehmeneb vaik aeglaselt, muutub algul plastiliseks ja seejärel venivaks kleepuvaks vedelikuks.

Klaas ja mõned teised ained pehmenevad kuumutamisel algul samuti ja lähevad siis järk-järgult üle vedelasse olekusse.

Erinevalt tõelistest tahketest kehadest hakati selliseid aineid nimetama tahketeks vedelikeks. Nad asuvad tõeliste tahkete ainete ja tõeliste vedelike vahepealsel kohal.

Vaikude ehituse saladuse avastamine aitas meie aja teadlastel ja leiutajatel leida neile tehnikas uusi kasutus-aläsid.



Neljas peatükk

RETORTIDE SÜGAVUSEST

1. PUUHAPE

Sellest ajast, kui inimesed õppisid valmistama viinamarjadest veini, on viimase alaliseks kaaslaseks olnud äädikas. Hapuks läinud vein sisaldab alati vähesel hulgal äädikhapet, mida juba õige varsti õpiti sealt ka eraldama. XVIII sajandi lõpul ning hiljemgi nimetati äädikhapet tihti puuhappeks või puuäädikaks, sest seda hakati valmistama puidust.

1829. aastal Peterburis korraldatud esimese avaliku vene manufaktuurkaupade näituse ülevaates öeldakse: «Puuäädikas pole midagi muud kui söepõletamisel¹ puust eralduva suitsu ja gaaside tihenemise saadus.»

Utmisprotsessis kuumutamise tagajärjel puit laguneb, kaotades oma tavalise välimuse. Puidu esialgsed omadused muutuvad ja temast tekivad uued ained.

Kui puitu kuumutada retordis — tihedalt suletava kaanega ja toruga aparaadis —, eralduvad kõigepealt veeaurud. Kui puit on küllaldaselt kuivanud, hakkab ta edasisel kuumutamisel lagunema. Nüüd eralduvad järk-järgult mitmesugused gaasid — süsihappegaas, vingugaas ja soo-

¹ «Söepõletamise» all mõeldakse siin puidu utmist. Tollal veel ei osatud puhast äädikhapet saada utteveest.

gaas, samuti äädikhape, puupiirituse ja vaigu aurud. Kui puidu lagunemisprotsess on täielikult lõppenud, jääb retorti järelle süsi.

Eralduvate aurude ja gaaside segu suunatakse toru kaudu retordist jahutisse. Lenduvate ainete aurud jahtuvad, kondenseeruvad ja voolavad kogunemisanumatesse tumepruuni teravalõhnalise vedelikuna. Seda vedelikku nimetatakse utteveeks.

Uttevesi sisaldab peale äädikhape ja puupiirituse veel tõrva, mida eraldatakse puust settimisnõudes. Jahutist tulev uttevesi kulgeb järjekorras läbi mime settimistõrre. Esimeses kahes settimisnõus sadestub tõrva kõige rohkem, järgmistes aga kord-korralt vähem. Viimasest tõrrest voolab välja peaaegu läbipaistev vedelik, mis meenutab värvilt kanget teed; see vedelik suunatakse edasi aurustisse.

Aurusti kujutab endast vasest anumad, mille sisse on paigutatud spiraalne toru; viimasest juhitakse läbi kuum aur. Selles anumad kuumutamisel tekkivad vee, äädikhape ja puupiirituse aurud juhitakse toru kaudu teise ja kolmandasse anumasse, mis on täidetud lubjalahusega. Niisugust uttevee töötlemise aparaati nimetatakse kolmekatlaiseks destillatsiooniseadmeks. Kustutatud lubja lahus imab äädikhape. Tekib äädikhape ja kaltsiumi sool — kaltsiumatsetaat, mida tehnikas nimetatakse puidupulbriks.

Vee ja puupiirituse aurud aga läbivad absorptsioonianumad ning suunduvad jahutisse, kus nad veelduvad. Jahutist voolab välja nõrk puupiirituselahus, mida hiljem kontsentreeritakse ja lisanditest puhastatakse. Kaltsiumatsetaadi lahus lastakse absorptsioonianumatest välja erilisse settimisnõusse. Pärast settimist aurutatakse lahust kahekordse põhjaga vaskaussides, mida kuumutatakse auruga. Mõnedes tehastes tarvitatakse kausside asemel nelinurkseid raudkaste, mida nimetatakse aurutamiskarpideks. Aurutamiskarbid on ümbritsetud tellismüüritisega ja neil on eraldi küttekolle.

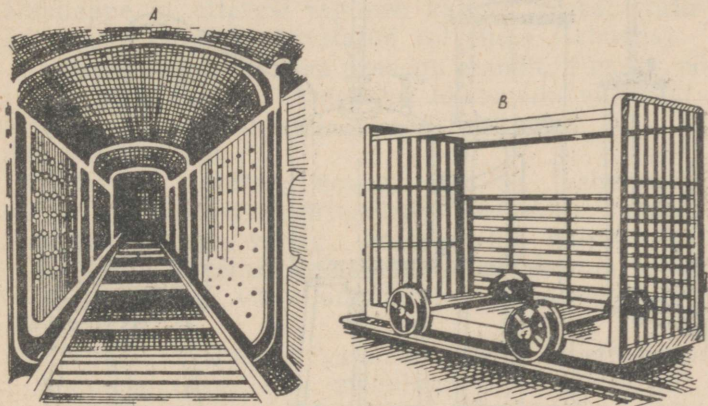
Käesoleval ajal tõrjuvad kolmekatlaise destillatsiooniseadmeid üha suuremal määral tehastest välja pidevalt töötavad aparaadid.

Olenevalt sellest, millist töötlusviisi kasutatakse, saadakse kas musta (puhastamata) või halli (puhastatud) puidupulbrit. Hall pulber sisaldab kaltsiumatsetaati umbes 80—85 protsenti, must — mitte üle 65 protsendi. Uhest

tihumeetrist kasepuidust võib saada 27—30 kilogrammi halli pulbrit.

Puidupulbril tuleb läbida pikk teekond, enne kui ta vabastab äädikhappe. Ta puistatakse suurde, umbes 5-kuupmeetrise mahutavusega teras- või malmanumasse — reaktorisse, kuhu vähehaaval lisatakse väävelhapet, segu vahetpidamata liigutades. Selleks on aparaadis kaks segajat. Üks segaja puhastab reaktori põhja, teine külgliseinu nende külge kleepuvatest osakestest.

Seejärel hakatakse reaktorit kuumutama auruga. Väävelhappe toimel laguneb kaltsiumatsetaat kipsiks ja äädikhappeks. Kuid see on alles toorhape, mis sisaldab palju



Suurtes tehastes kasutatakse puidu utmiseks tunnelretorte. Puiduga laetud vagonett B liigub rööpaid mööda kanalisse A.

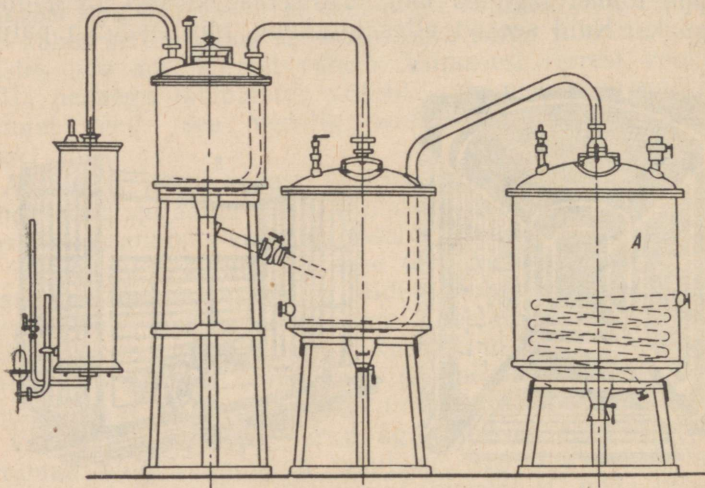
vett ja mitmesuguseid lisandeid: sipelgahapet, vääveldiok-süüdi jt. On vaja veel rida operatsioone happe lõplikuks puhastamiseks.

Reaktorist juhitakse puhastamata happe aurud jahuti vaskspiraali, kus nad jahtudes veelduvad; tekkiv vedelik voolab kogumisnõusse. Reaktorisse jääb paks pudrutaoline mass, mis koosneb peamiselt kipsist. Lisanditena leidub selles vähesel hulgal vett, väävelhapet, tõrva ja mõningane hulk lagunemata jäänud puidupulbrit. See mass, mis on tootmisjäägiks, juhitakse segaja abil reaktori all asetsevasse kolusse ja lastakse sealt otse vagonettidesse.

Puidupulbri lagunemise protsess kirjeldatud aparaadis.

kestab 5 kuni 8 tundi. Vahetuse jooksul võib seal ümber töötada umbes 1200 kilogrammi pulbrit, millest saadakse kuni 900 kilogrammi puhastamata äädikhapet.

Peale selliste perioodiliselt töötavate aparaatide on olemas ka pidevalt töötavad reaktorid. Puidupulber laaditakse pidevalt töötavasse reaktorisse 70-kilogrammiste portsjonite kaupa ja väävelhapet valatakse juurde iga 10—15 minuti tagant. Pärast puidupulbri lagunemist toimub happe destilleerimine horisontaalses malmsilindris, nn. «sigaris».



Kolmekatline destillatsiooniseade.

«Sigari» sisemuses pöörleb lakkamatult massiivne võll, mille külge on kinnitatud kraabid.

Aparaati kuumutatakse 6—8 atmosfäärilise survega auru abil. Puhastamata äädikhape aurud läbivad samuti nagu perioodiliselt töötavate aparaatidegi puhul jahuti ning suubuvad vedelikuna kogumiskoosse. Vastavalt kogunemisele laaditakse jäämass automaatselt vagonettidesse, ilma et aparati peatataks.

Selliste seadmete tootlikkus on 4—5 korda suurem kui perioodiliselt töötavatel aparatuuridel.

Esimesel pilgul võib kirjeldatud protsess tunduda imelikuna. Tekib küsimus, milleks on vaja äädikhapet utteveest eraldada algul puidupulbri kujul, hiljem aga seda uuesti

muuta äädikhappeks? Kas ei oleks lihtsam äädikhapet eraldada otse utteveest, vältides kõiki liigseid operatsioone?

Meetod äädikhappe vahetuks eraldamiseks utteveest on teadlaste poolt välja töötatud ja seda kasutatakse nüüd juba laialdaselt paljudes tehastes. Seejuures jääb ära väävelhappe kulu, elektrienergiat vajatakse vähem, äädikhapet aga saadakse rohkem.

Vastavalt sellele meetodile, mida tehnikas nimetatakse ekstraheerimiseks, eraldatakse utteveest esmajärjekorras mitte ainult tõrv, vaid ka puupiiritus; seejärel töödeldakse uttevett mingisuguse lahustiga, näiteks eetriga, kreosoodiga või etüülatsetaadiga. Lahusti eraldab utteveest kogu äädikhappe ja uttevesi jaguneb kaheks kihiks: veeks ja äädikhappe lahuseks kasutatud solvendis (lahustis).

Utmiseks kasutati varem peaaegu eranditult kaske, pööki ja teisi lehtpuuliike. Okaspuidu töötlemine ei olnud nii kasulik, sest äädikhapet ja puupiiritust saadi sealt kaks-kolm korda vähem.

Nõukogude teadlased-novaatorid, kes vahetpidamata rikastavad teadust väärtuslike avastustega, murravad tehnikas paljud vanad arusaamad. Hiljuti töötas S. M. Kirovi nimelise Metsatehnilise Akadeemia professor A. K. Slavjanski välja uue meetodi puidu ümbertöötamiseks.

Selle meetodi kohaselt valatakse puit üle petrooleumiga ja kuumendatakse siis madalama temperatuurini kui tavalisel utmisel (kuni 275 kraadini). Kuum petrooleum tungib puidu kõikidesse pooridesse, millega saavutatakse puidu ühtlasem läbikuumendamine. Ilma petrooleumita aga kuumenevad esialgu puidu välised kihid ja alles hiljem seesmised osad.

Sellist puidu lagundamise meetodit hakati nimetama termiliseks lahustamiseks ehk eelpürolüüsiks («pürolüüs» on puidu utmise teistsugune, tehnikas kasutatav nimetus).

Eelpürolüüsi puhul algab puidu lagunemine ja uttevee eraldumine juba kuumutamisel kuni 200 kraadini. Selleks ajaks on kogu puidus sisalduv niiskus aurunud ja seetõttu saadakse kontsentreeritum uttevesi kui tavalise utmise puhul: selles on rohkem äädikhapet.

Professor A. K. Slavjanski meetod võimaldab soodsalt äädikhappeks ümber töötada mitte ainult tükkis puitu, vaid ka metsavarumise jäätmeid. Seejuures on happe tootmine palju lihtsam ja odavam: ei ole vaja suuri tööstushooneid,

mahukat aparatuuri ega suurt arvu töölisi; väheneb auru, vee ja elektrienergia kulu; pole tarvis lupja, väävelhapet, lahusteid.

Puidu töötlemisel prof. A. K. Slavjanski meetodil jääb järele täielikult lagunemata pruun puit. See on suurepärase kütus. Isegi kõige kuivem põletuspuit sisaldab 15—20 protsenti niiskust, kuid pruunis puidus pole vett üle 4—6 protsendi. Niiske ilmaga ta ei tursu ning teda on palju mugavam transportida kui kivisütt või põletuspuitu.

Ühest tihumeetrist kasepuidust saadakse 12—15 kilogrammi äädikhapet, 6 kilogrammi tõrva ja 300 kilogrammi pruuni puitu. Viimase utmisel võib saada põlevgaasi.

Kaasaja tehnikas saadakse vene teadlase Kutšerovi meetodi järgi suurtes kogustes äädikhapet atsetüleengasist ja veest. On olemas ka mõned teised menetlused äädikhappe kunstlikuks tootmiseks. Kuid puidust saadaval äädikhappel on nüüdki väga suur tööstuslik tähtsus. Sellest valmistatakse lahusteid — etüülatsetaati, butüülatsetaati, metüülatsetaati — ja väärtuslikke kemikaale: naatriumatsetaati ja äädikhappe-anhüdriidi.

Äädikhapet kasutatakse arstiteaduses, toiduainete ja värvide tootmisel, tekstiili- ja nahatööstuses.

Puhast veevaba äädikhapet kasutavad keemikud analüüsiks. Niisugust äädikhapet nimetatakse jää-äädikhappeks, sest ta muutub juba toatemperatuuril tahkeks ning moodustab ilusaid läbipaistvaid kristalle, mis sarnanevad jäänõeltega. Esimesena sai jää-äädikhapet XVIII sajandi lõpul vene akadeemik T. Löwitz.

2. ATSETOON

Lahjast äädikhappelahusest ja isegi utteveest saadakse kergesti lenduvat värvitut meeldiva lõhnaga vedelikku — atsetooni. Utteveest eraldatakse algul puupiiritus ning lahustunud vaigud ja õlid. Lahja äädikhappelahus aurustatakse spetsiaalsetes aparaatides — aurustites. Tekkivad aurud juhatakse väikese rõhu all (0,5—1 atmosfääri) kõrgetesse metallsilindritesse, kus säilitatakse 400—500-kraadine temperatuur. Metallsilindrid, mida nimetatakse kontaktaparaatideks, on peaaegu poolenisti täidetud lubja- või puusöetükkidega, millele pind on kaetud teatud soolade õhukese kihiga. Need soolad toimivad katalüsaatoritena.

Kõrge temperatuuri ja katalüsaatorite toimel muutuvad

kontaktaparaatides äädikhappemolekulid atsetoonimolekulideks. Kahes sellises aparaadis võib ööpäeva jooksul ümber töötada kuni 50 kuupmeetrit uttevett. Käesoleval ajal valmistatakse suuri koguseid atsetooni ka tärklisist sisaldavate ainete — rukki, kartuli jne. käärimise teel.

Keemikud said atsetooni esmakordselt XVIII sajandil äädikhappe plii- ja kaltsiumisoolade utmisel. Siis nimetati teda «kõrvetatud äädika alkoholiks», sest äädikhapet nimetati «kõrvetatud puu happeks».

Tänu oma suurepärasele omadustele leidis atsetoon tööstuses kiiresti laialdast rakendamist. Ta seguneb hästi veega, bensiiniga, petrooleumiga, mineraal- ja taimeõlidega, tärpentiniga. Atsetoon on väga hea lahusti, mistõttu teda kasutatakse lakkide, purunemiskindla klaasi ja suitsuta püssirohu valmistamisel. Atsetooni tarvitatakse riidekangaste värvimisel ja kunstnaha tootmisel; tema abil eraldatakse taimedest eeterlikke õlisid ja määrideõlidest parafiini. Atsetoon on tooraineks arstimate, värvide ja sünteetilise kautšuki tootmisel.

Atsetüleengaas, mida laialdaselt tarvitatakse metallide lõikamiseks ja keevitamiseks, on teatavasti plahvatav aine. Eriti kergesti plahvatab atsetüleen kõrgendatud rõhu all või veeldatud olekus. Seepärast tuleb tema hoidmisel balloonides silmas pidada mõningaid ettevaatusabinõusid. Et kõrvaldada plahvatusohtu, hakati atsetüleeni alal hoidma atsetoonis lahustatuna. Ühes mahuühikus atsetoonis lahustub 375 mahuühikut atsetüleeni.

3. LAKKIDE JA PLASTMASSIDE TOORAINED

Uttevee töötlemisel eraldatakse peale äädikhappe ka lahja puupiiritust. Kuid see pole veel puhas piiritus. Selles leidub mitmesuguseid aineid: atsetooni, metüülatsetaati, furfurooli jne. See on puhastamata ehk toorpiiritus.

Selleks, et neid lisandeid eemaldada ja saada puupiiritust kangusega 80 protsenti, töödeldakse toorpiiritust puhastus- ehk rektifikatsiooniparaadis. Selliseid aparaate kasutatakse viinavabrikutes viinapiirituse kontsentreerimiseks ja puskariõlidest puhastamiseks.

Rektifikatsiooniparaat koosneb destillatsioonianumast, kolonnist, deflegmaatorist ja jahutist.

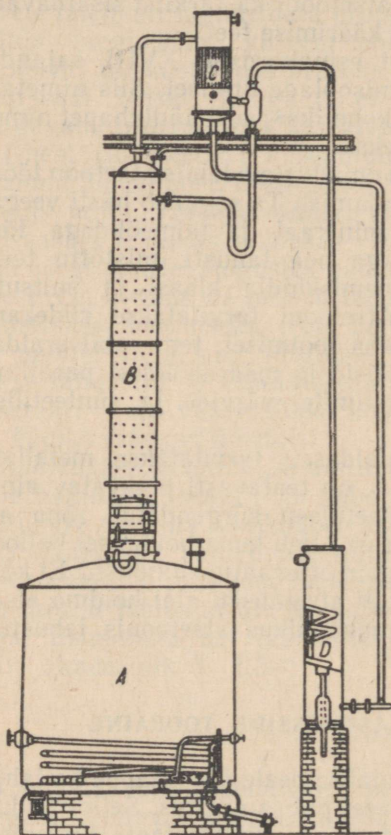
Aparaadi destillatsioonianum täidetakse puhastamata puupiiritusega ning hakatakse seda kuumutama. Vee ja

piirituse aur juhitakse kolonni — kõrgesse õõnsasse silindrisse, mille sisse on kinnitatud metallist sõelad või kuplikesed. Kergemini lenduv piirituseaur eraldub siin veeaurust.

Auru lõplik eraldumine toimub deflegmaatoris. Sealt lastakse piirituseaur jahutisse, kus ta kondenseerub vedelikuks.

Puupiiritust, mida teisi nimetatakse metüülalkoholiks, hakati meie maal tootma puidu utmisel juba möödunud sajandi esimesel poolel. 1857. a. ulatus Puškarevi tehases «aromaatse metüüli» (nii nimetati sellal puupiiritust) toodang 30 000 liitriini aastas. Edaspidi kasvas toodang pidevalt. XIX sajandi lõpul toodeti metüülalkoholi terves reas tehastes ning paljude kodutöondajate poolt.

Meie ajal on puupiirituse tootmine tunduvalt suurenenud. Teda tarvitatakse tehnikas laialdaselt lakkide, värvide, lahustite ja ravimite valmistamisel. Segatuna mõnede teiste ainetega võib teda kasutada kütusena lennuki-, auto-, mootorratta- ja muudes sisepõlemismootorites.



Rektifikatsiooniparaat.

A — destillatsioonianum; B — kolonn;
C — deflegmaator; D — jahuti.

Kuid puupiirituse tähtsaim kasutamisviis seisneb tema ümbertöötamises formaliiniks. Metüülpiirituse aur ja õhu segu juhtimisel läbi hõõguva vaskvõrgu tekib terava ebameeldiva lõhnaga gaas. Kui seda leidub isegi vähesel hulgal õhus, hakkavad silmad vett jooksuma ja on raske hin-

gata. Esmakordselt sai seda gaasi väljapaistev vene keemik A. M. Butlerov 1859. aastal.

Selle gaasi 40-protsendilist vesilahust nimetatakse formaliiniks. Formaliinil on tugev desinfitseeriv toime: ta surmab roisupisikud ja mikroorganismid, mis põhjustavad lagunemist.

Rikkaliku lõikuse saamiseks on peale hea ilma ja väetiste suur tähtsus ka viljaseemne puhtusel. Teravili aga sisaldab tihti mitmesuguseid kahjureid. Seepärast tuleb enne külvi puhtida viljaseemet ainetega, mis hävitavad nende kahjuritite eod. Selleks kasutatakse kõige sagedamini formaliini.

Vajadus formaliini järele kasvas veelgi seoses plastmasside tööstuse arenemisega. Vanade, aastatuhandete jooksul kasutatud materjalide — luu, klaasi, keraamika, puidu, metalli kõrvale ilmus uustulnuk plastmass oma mitmekesiste, tõeliselt universaalsete omadustega. Olles kerge kui kork, läbipaistev kui klaas, paindub kui kummi ja tugev kui teras, on plastmass kindlalt juurdunud meie igapäevasesse ellu.

Viimase kahekümne aasta jooksul suurenes plastmasside tootmine rohkem kui kolmkümmend korda. Praegu toodetakse plastmasse mitmesugustes maailma maades üle miljardi kilogrammi aastas.

Keemikud õppisid plastmasse valmistama väga mitmesugustest ainetest — söest, puidust, naftast, piimast, riidest, gaasidest. Kõige laialdasemalt on levinud plastmassid, mida valmistatakse formaliini ja fenooli (karbolhappe) alusel ja nimetatakse tehnikas fenoplastideks. Ei ole sellist rahvamajandusharu, kus neid plastmasse ei kasutataks.

Fenoplastidest valmistatakse pistikuid ja pistikupesi, raadiovastuvõtjate ja autode osi, telefoniaparaate ja laualampe. Neist toodetakse ka sadu mitmesuguseid galanterii-kaupu — raseerimisaparaate, nõöpe, portsigare. Fenoplastid asendavad edukalt värvilisi metalle ja puitu paljude masinate ja aparaatide detailide valmistamisel. Fenoplastidest saadakse faoliiti — materjali, mis ei karda happeid ega leelisi. Faoliidist valmistatakse torusid, kraane, äärikuid, torukolmikuid ja mitmesuguseid detaile keemiaaparaaturile.

Formaliini alusel saadakse ka teisi väärtuslikke plastmasse. Neist tähtsaimat — aminoplasti — valmistatakse formaliinist ja karbamiidist. Aminoplasti tootmise tehnoloogiat on märgatavalt täiustanud Leningradi Tehnoloogia-

instituudi professor, Stalini preemia laureaat A. A. Vanšeidt.

Aminoplastist tehakse läbipaistvaid mitmevärvilisi purunemiskindlaid lauanõusid — tasse, taldrikuid, vaagnaid, alustasse. Viimastel aastatel leiti sellele plastmassile palju uusi rakendamisvõimalusi. Parkett ja vooderdusplaadid, automaatkaalude kered ja kausid, isolatsioonlakid, veekraanid — see pole kaugeltki täielik loetelu toodetest, mida valmistatakse nüüd sellest plastmassist.

Hiljuti õpiti meie tehastes tootma uut kergemat materjali — mipoori. See on lumivalge poorne aine, mida on kerge noaga lõigata. Mipoor on korgist mitu korda kergem; temast tehakse mitmesuguse kujuga ja mõõtmetega plaate, mida kasutatakse vaheseinte, vahelagede ja uste täiteks. Neist valmistatakse ka vesilennukite pontoone, päästerõngaid jne.

Plastmasside tööstus vajab kümneid tuhandeid tonne formaliini. Puupiiritusest saadavast formaliinist ei jätku enam selle pidevalt kasvava tööstusharu vajaduste rahuldamiseks.

4. PUU PISARAD

Lõuna-Ameerika tihedates ning läbipääsamatutes metsatihnikutes, kuninglike palmide, võimsate tseibade¹ ja viigipuude hulgas kasvavad hiiglapuud, mida indiaanlased, kes elavad neis metsades iidsetest aegadest, nimetavad heveaks. Mõned heveapuud kasvavad kuni neljakümne meetri kõrguseks ja nende ümbermõõt ulatub kahe meetrini.

Juba iidsetest aegadest peale kogusid indiaanlased hevea piimvalget kleepuvat mahla, mis immitses puu koorde tehtud sisselõikest. Mahl tardus õhu käes kiiresti ja muutus tumedaks. Indiaanlased nimetasid heveamahla *kaa-tšu*'ks, mis tähendab «nutva puu pisarad», ja kogusid seda kookospähklikoorest tehtud kaussidesse. Hevea piimjasse mahla kasteti savist valmistatud vorm. Mahlakihiga kaetud vormi suitsutati lõkketulel. Seejärel löödi vorm puruks ja eemaldati saadud toode. Sel viisil valmistasid indiaanlased *kaa-tšu*'st veekindlaid saapaid, pudeleid ja palle.

Eurooplased tutvusid kautšukiga esmakordselt alles XV sajandil, kui Kolumbus, kes pöördus tagasi oma teiselt

¹ *Ceiba pentandra*, ahvileivapuuliste (*Bombacaceae*) sugukonnast. Nimetatakse Brasiilias ka sumaumaks (pé de sumahuma). Tõlk.

meresõidult Ameerikasse, tõi Hispaaniasse kaasa indiaani palle. Need olid väikesed tumepruunid hevea mahlast valmistatud kerad, mis põrkasid kergesti maast üles.

«Pisaraid» eritavad ka teised puud, kui neid vigastada. Sisselõige tuleb teha nii, et see puudutaks koore all olevat niinekihti. Kuuma kliimaga maades kasvab puud, mis eritavad venivat aromaatsset mahla — palsamit, mida kasutatakse arstiteaduses ja parfümeerias. Indias, Indoneesias ja Alžeerias saadakse okaspuudest hinnalisi lakivaike — dammaravaiku ja sandarakki. Puidu või metalli pind, mis on kaetud nendest vaikudest valmistatud lakkidega ei pragune painutamisel.

Araabias kogutakse muistsetest aegadest peale lõhnavat vaiku — viirukit; araabia akaatsia vaigust valmistatakse head liimi — kummiaraabikut. Ka paljudest teistest puudest saadakse mitmesuguseid väärtuslikke vaike. Kui vigastada mäнди, siis voolavad koorele peened nirekesed heledat, kuld kollast vedelikku — vedelvaiku, mis «parandab» puu haavu. Öhu käes muutub vedelvaik järk-järgult kuivemaks, muutudes kõvaks valgeks või hallikaks massiks, mis kleebib kinni koosesse tekkinud lõhed.

Vedelvaiku saadakse mitte üksnes männist, vaid ka teistest okaspuudest — nulust, lehisest, kuusest.

Okaspuude vedelvaik sisaldab üsna rohkesti meeldiva aromaatsse lõhnaga vedelikku — tärpentiini. See nimetus on tulnud kahest ladinakeelsest sõnast — *Pistacia terebinthus*. Nii nimetatakse üht okaspuuliiki, millest Kreekas juba ammu saadi vedelvaiku.

Varem arvati, et vedelvaik tekib puuokastes ning voolab siit laiali mööda vaigukanaleid.

Kuid teadlastel õnnestus tõestada, et vedelvaik «sünnib» vahetult vaigukäikude rakkudes. Puu vigastamisel lõigatakse läbi ka vaigukanalid ning vaik voolab välja. Seejuures langeb vaigukanalis surve (mis ulatub 25 atmosfäärini) ja vaigukäikude rakkudes algab kiire vedelvaigu tekkimine. Varsti täidavad vedelvaigu piisad uuesti kanali.

Vedelvaigust saadakse tärpentiini ehk tärpentiiniõli ja kampolit. Nimetus «kampol» tuleneb kreekakeelsest sõnast «kolofon». Vana-Kreekas kuumutasid Kolofoni linna elanikud okaspuuvaiku lambavillaga kaetud pottides. Kuumuse toimel eraldus vaigust meeldiva, aromaatsse lõhnaga õli-sarnane vedelik, mis imbus villasse. Hiljem pigistati see vedelik villast välja. Helekollast kõva klaasisarnast massi,

mis jäi poti põhja pärast tärpentini eraldamist, nimetati kolofoniumiks. Venemaal kutsuti seda kuni XIX sajandini kalifoniks või kalofoniks.

Vedelvaigu kogumise ja ümbertöötamisega hakati meil tegelema hiljem kui tõrvaajamise ning tõkati ja pigi tootmisega, kuid juba XVII sajandil kasutati vedelvaiku ja kampilit laevaehituses, tärpentini aga arstimate ja värvide valmistamisel.

1654. aastal osteti tsaar Aleksei Mihhailovitši käsul kojaapteegi jaoks 40 naela kolofoni, 50 naela tärpentini ja 100 naela «valget sulatatud vaiku» (see on vedelvaiku). 1692. aastal anti käsk osta «laevaasjanduse» tarbeks 16 puuda «kuuseväävlit» (nii nimetati tollal vedelat kuusevaiku).

Veelgi enam suurenes nõudmine kampilit ja vedelvaigu järele Peetri ajal seoses suure sõja- ja kauba-purjelaevastiku ehitamisega. XVIII sajandi algul toimetati üksnes Voroneži laevaehitustehasesse igal aastal üle 6000 vaadi harpeust (kampilit eriliik). Tärpentini ja kampilit tarvitati tol ajal sõjaasjanduses: süütevahendite, «müra- ja haavlipommide» ning granaatide valmistamiseks.

Hiljem toodeti neist kirjalakki ja muid lakke. XIX sajandil kasutati kampilit raua, plii ja tina jootmiseks, tärpentini aga valgustuseks. Nii kasutati 1872. aastal Šenkurski linnas ja mõnes Arhangelski kubermangu maakonnas «tärpentinilampe», mida valmistati Moskvas ja Šenkurskis kaupmees Plastinini ettepanekul, kes leidis mooduse «tärpentini põletamiseks lampides ilma tahma ja haisuta». Seda tärpentini toodeti kohapeal.

Analoogiliselt tõrvaajamisele ja söepõletamisele hakkas ka kampilit ja tärpentini tootmine jõudsalt arenema põhja-piirkondades, eriti Vologda ja Arhangelski kubermangus.

Peeter Esimese ukaasiga 1715. aastast anti «kuuseväävli, kalefooniumi ja tärpentiniõli töendus» üheks aastaks rendile hollandi kommersandile Matvei Bartsile. Talle lubati «väävlit» (see on vedelvaiku) kõigis Vologda ja Arhangelski kubermangu maakondades kokku osta ning «sellest väävlist ja muudest tagavaradest ümbertöötatud kalefooniumi mere taha vedada, ümbertöötatud tärpentiniõli aga Arhangelskis ning teistes linnades ära müüa».

Talupojad kogusid meeeldi «väävlit», rakendades sellele tööle oma lapsi. 1783. aastal veeti Arhangelski sadama kaudu Šenkurski maakonnast välismaale 6500 puuda tär-

pentini; saja aasta pärast aga toodeti seda ainuüksi Vologda kubermangu Velski maakonnas kolm korda rohkem. Kaupmees Lagunovile kuuluv Senkurski tehas tootis igal aastal kuni 2000 puuda tärpentini.

Enne Esimest maailmasõda saadi Venemaal vedelvaigust juba mitusada tuhat puuda kampolit ja tärpentini.

Toodetud kogusest aga ei jätkunud siseturu vajaduste katteks ja maailma kõige suuremate okaspuumetsadega maa ostis tuhandeid vaate «männipisaraid» välismaalt.

Seda põhjustas metsaomanike ja tsaariametnike konservatiivsus. Vaatamata sellele, et Velski, Senkurski ja teiste põhjarajoonide talupojad olid juba rohkem kui kahesaja aasta vältel kogunud vedelvaiku puude vaigutamise teel, olid tagurlikud tsaariametnikud ja metsaomanikud kindlalt veendunud, et vaigutamine rikub metsa ja vähendab puidu tugevust. Samuti oli laialt levinud arvamus, et põhjamaa mänd ei ole vaigutamiseks kõlblik, sest vedelvaiku saadakse suhteliselt vähe.

Möödunud sajandi 80. aastatest peale pooldasid eesrindlikud vene metsateadlased ja keemikud Butlerov, Volkoy, Kostõtšev, Markovnikov, Mendelejev, Tištšenko, Flavitski, Škatelov ja teised palavalt vaigutamistöönduse laialdast arendamist. Korduvalt tehti männipuudega mitmesuguste meetodite järgi vaigutamiskatseid. Katsed näitasid, et vaigutamine ei ole puudele ohtlik ja võimaldab õigete meetodite kasutamisel koguda rikkalikult vedelvaiku.

1896. a. anti ülevenemaalisel tööstuse ja kunsti näitusel kõrgeim auhind — esimese järgu diplom — prof. Flavitskile tema poolt esitatud «vene väävli — vedelvaigu ja selle töötlemisproduktide näidiste suurepärase omaduste eest».

Kuid miski ei suutnud metsaametkonna tšinovnikuid ümber veenda. Nad kaitsesid kangekaelselt oma ebaõigeid ning vananenud vaateid.

Alles pärast Suurt Oktoobrirevolutsiooni hakati meil puid vaigutama laias, tööstuslikus ulatuses. Nõukogude teadlased akadeemik A. J. Arbuзов, akadeemik J. F. Vottšal, prof. P. S. Pištšemuhha, prof. I. A. Jahhontov ja teised on palju töötanud vaigutamistehnika täiustamise alal.

Meie maal suureneb iga aastaga pidevalt vedelvaigu kogumine. Käesoleval ajal on Nõukogude Liit vedelvaigu toodangu poolest maailmas teisel kohal.

Edukalt kogutakse vedelvaiku Arhangel'ski oblastis. Vaijutajate töötootlikkus on eeskujulikult kõrge. Terves Velski

rajoonis — oblasti metsakeemiatööstuse keskuses — on tuntud vaigutajate A. Nikitinskaja ja J. Ševeljova nimed, kes ületavad hooajaülesandeid rohkem kui kahekordselt.

Vaigutamine algab tavaliselt kevadel, jätkub kogu suve ja lõpeb sügisel. Puu küljest, ühest või kahest kohast, eemaldatakse liimeistriga krobeline koor pindalaga 1800—2000 ruutsentimeetrit — tehakse nn. karr. Koorest vabastatud kohal lõigatakse ülalt alla pikk kitsas soon, mille laius ei ületa kaht sentimeetrit, sügavus aga on pisut üle sentimeetri. Üheaegselt pikisoonega või veidi hiljem lõigatakse viltused külgsooned — «vuntsid».

Vaigukäikudest nõrgub välja vedelvaik ja voolab soont mööda alla raudlehtrisse — kogujasse. Vedelvaigu kogumiseks kasutatakse ka klaaslehtreid ja savipotte. Mõnedes põhjapiirkondade tööndusartellides kasutatakse tänapäevani vaigu kogumiseks kasetohust valmistatud nõusid — väikesi karbikesi, mis on kokku pandud kasetohutükist puitklambrite abil.

Kui puusse tehakse sisselõige, siis voolab sealt vaiku algul väga kiiresti, kuid surve langemise tagajärjel vaigu eritumine järk-järgult aeglustub ja 24—36 tunni pärast lakkab hoopis. Tekib väike vaigutropp, mis suleb vaigukanali.

Seepärast uuendatakse sooni aeg-ajalt või puhastatakse neid spetsiaalse tööriistaga — haagiga. Tööline läheb puu juurest puu juurde, käes pikk teivas, mille otsa on kinnitatud õhuke poolringikujuline tera, ja kraabib hangunud vaigu maha. Vaigukanalid avanevad uuesti ja vedelvaik voolab soont mööda kogumisnõusse. See operatsioon võtab vilunud töölisel aega 7—8 sekundit. Sooni puhastatakse tavaliselt igal kolmandal päeval.

Arhangelski ja Vologda oblastis kogutakse vedelvaiku ammust ajast niinimetatud tõrvaspuu vaigutamise meetodil. Nõukogude uurijad töötasid viimastel aastatel välja uued tõrvaspuu vaigutamise viisid, mis võimaldavad anda palju rohkem toodangut kui varem põhjapiirkondades laialdaselt kasutatud velski meetod.

Et saada tõrvaajamiseks kõrgeväärtuslikku toorainet, puhastatakse vaigusooni pikema aja vältel korduvalt, sest siis imbub puit paremini vaiguga läbi. Tõrvaspuu vaigutamist teostatakse tavaliselt 7—8 aasta vältel enne puu maharaiumist.

Esimese kolme-nelja aasta jooksul puhastatakse vaigu-

sooni igal aastal 15—20 korda, suurendades karri kõrgust 2 meetrini (tavalisel vaigutamisel karri kõrgus ei ületa 50—60 sentimeetrit). Siis lastakse puul 1—2 aastat puhata; pärast seda aga puhastatakse vaigusooni suve esimesel poolel eriti põhjalikult kümme või enam korda, et puutüvi vaiguga paremini läbi imbuks. Soonte puhastamiseks kasutatakse siis pika puitvarre otsa kinnitatud aednikunuga.

Nõukogude teadlased-novaatorid täiendavad pidevalt vaigutamise tehnikat. S. M. Kirovi nimelise Metsatehnilise Akadeemia metsakeemia kateedri kaastöölised tehniliste teaduste kandidaadi F. M. Solodki juhtimisel töötasid välja uue, «keemilise» vaigutamise meetodi. Puu kooritud osale lõmmatakse erilise, täitesulepead meenutava instrumendi abil kange väävelhappega joon. Hape surmab sisselõike vahetus läheduses asuvad vaigukäikude rakud. Seetõttu ei ummistu vaigukäigud pika aja vältel ja vedelvaigu voolamine kestab 8—9 päeva; saak aga on kolm-neli korda suurem kui tavalisel vaigutamisel. Kaks korda suureneb ka vaigukogujate tootlikkus. Hapet kulub 25 kilogrammi ühe tonni vaigu kohta. Väävelhappe asemel võib tarvitada soolhapet ja mõningaid teisi kemikaale, aga samuti ka gaase — vääveldioksiüdi, kloori jt.

Kogu sisselõikest voolav vaik ei valgu kogumisnõusse — teatud osa jääb puu külge, kus ta kuivab ning kaotab tärpentini. Hangunud vaiku tekib kõige rohkem suve lõpul ja sügisel, kui vaik on kõige paksem. Hangunud vaik kraabitakse perioodiliselt maha ja kogutakse kokku.

Kogumisnõudesse korjunud vedelvaigu tõstavad vaigukogujad labidatega ämbritesse, kust see valatakse vaatisse ja saadetakse tehasesse ümbertöötamiseks.

Hangunud vaik laaditakse suurtesse silindrilistesse paakidesse — ekstraktoritesse, kus seda kuuma auruga sulatakse ja läbi vaskvõrgu filtreeritakse prügist ning muudest mehaanilistest lisanditest puhastamiseks. Sulamass juhitakse settimisanumatesse, kus sellest eraldub vesi. Edasine puhastamine toimub filterpressi abil. Filterpress on paljude nelinurksete raamvaheseintega õõnes vasksilinder. Vaheseinad on tehtud vaskvõrgust ja kaetud mõlemalt poolt riidega.

Filtreeritud vedelvaigu lõplikuks puhastamiseks lastakse teda veel kord seista settimisnõus. Vesi ja prügi vajuvad seal põhja, vedelvaik aga tõuseb pinnale. Vee erikaalu suurendamiseks lisatakse vedelvaigule keedusoola.

Puhastatud vedelvaik pumbatakse aurutamisanumasse, kus destilleerimise teel eraldatakse tärpentin ja kampol.

Vedelvaigu töötlemine perioodiliselt töötavates destilleerimisanumates on aga seotud suure aurukuluga ning nõuab palju liigset aega abioperatsioonideks. Peale selle pole saadud kampoli ja tärpentin kvaliteet alati ühtlane.

Sellepärast destilleeritakse suurtes tehastes vaiku pidevalt töötavates aparaatides — kolonnides, mis on perioodiliselt töötavad destilleerimisanumad enamikust ettevõtetest juba välja tõrjunud.

Pidevalt töötavate aparaatidega saavutatakse auru ja tööjõu tunduv kokkuhoid, samuti paraneb toodangu kvaliteet.

Käesoleval ajal kasutatakse meie tehastes vedelvaigu ümbertöötamiseks kõige sagedamini insener K. P. Mihhejevi süsteemi kolonne, millede auru kulu on peaaegu 2 korda väiksem kui perioodiliselt töötavatel seadmetel.

Sulatatud vedelvaik voolab vertikaalses metallsilindris (kolonnis) ülalt alla; temale vastassuunas liigub aur. Eraldanud endast tärpentin, voolab vaiku sula kampoli kujul järk-järgult kolonnist välja kogumisanumasse või vagonetti. Tärpentiniaurud juhatakse kolonni ülemisest osast jahutisse ja tihenevad seal vedelikuks, mis voolab väikesesse paaki, niinimetatud florentiini. Siin eraldatakse tärpentinist vesi. Kampol villitakse kogumisnõudest vaatidesse.

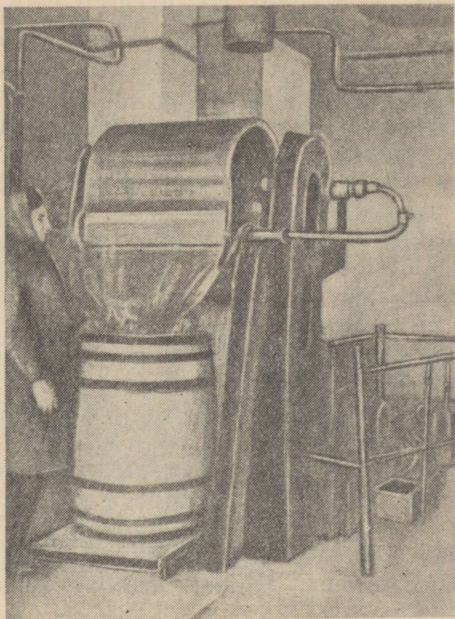
Kui vaat kohe täita vedela kampoliga, siis viimane kristalliseerub ning muutub sogaseks. Selline kampol ei ole alati (näiteks lakkide tootmiseks, kaablimassi valmistamiseks jne.) tarvitamiskõlblik. Kui aga kuuma kampolit kiiresti jahutada, siis kristalliseerumist ei toimu. Seepärast valatakse tehastes kampol vaatidesse ämbritäite kaupa. Kui üks kampolikiht vaadis on tardunud, valatakse sinna kolme kuni viie tunni pärast uus ämbritäis jne.

Sulakampoli valamine vaatidesse ja jahutamine nõuab palju aega ning suurt tootmispinda. Juba ammu mõtlesid konstruktorid ja leiutajad, kuidas seda operatsiooni lihtsustada ning kiirendada. Ehitati mitu originaalse konstruktsiooniga aparaati, kuid need ei andnud soovitud tulemusi.

Hiljuti aga konstrueerisid nõukogude insenerid aparaadi, mis võimaldab tahke kampoli saamise töömahukat operatsiooni kiirendada ning mehhaniseerida.

Sulakampoliga täidetud vannis pöörleb aeglaselt õõnes metalltrummel, mida seest jahutatakse pidevalt veega.

Kokkupuutumisel kuuma kampoliga jääb trumli pinnale õhuke kile. Sobiva nurga all tihedalt vastu trumlit surutud nuga koorib selle kile kogu aeg maha; kile langeb vaati, kus ta tiheneb monoliitseks massiks.



Aparaat tahke kampoli saamiseks.

Kirjeldatud aparadi kasutamine võimaldab suurendada tootlikkust kolm korda, vähendada kampoli villimiseks vajalike vaate arvu neli korda ja tunduvat kokku hoida vaate säilitamiseks vajalikku põrandapinda.

Kampolitünnide laadimine autodele tehastest ärasaatmiseks toimub siiani käsitsi; see on väga raske ning ohtlik töö. Harilikult veeretatakse kuni 300 kilogrammi raskused vaadid autodele mööda torudest või puitprussidest veerispuid.

Barnauli kampoli- ja tärpentinitehase ratsionaliseerijad konstrueerisid elektrilise aheltõstuki, mis võimaldas vabastada 12 töolist ning lühendada laadimise aega peaaegu kolm korda.

5. VENE TEADLASE INITSIIATIIV

Kampolit on võimalik saada mitte ainult vedelvaigust — elava männi, kuuse või lehise «pisaratest». Tema allikaks on ka surnud puit — männikännud või kaua maa sees lebanud okaspuutüved —, mida tehnikas nimetatakse tõrvaspuiduks. On ju tõrv, mida talupojad ammu ajasid tõrvaspuidust, seesama kampol, mis sisaldub vedelvaiguski, ainult mõnevõrra erineva keemilise koostisega. Okaspuude vaigukäike täitev vaikaine pole aga midagi muud kui kampoli lahus tärpentinis. Öhuhapniku ja paljude teiste tegurite mõjul esineb ta tõrvaspuidus muundunud kujul.

Keemikud märkasid ammu, et männivaik lahustub hästi piirituses, bensiinis, tärpentinis ja teistes orgaanilistes lahustites.

Järelikult võib tõrvaspuidu töötlemisel mingi lahustiga saada peale tärpentini ka puhast kampolit.

Idee kampoli ning tärpentini eraldamiseks tõrvast tekkis vene teadlastel. Esimesena väljendas seda D. I. Mendelejev. Tema algatusel teostas Petrovski Põllumajandusakadeemia professor V. Rudnev möödunud sajandi lõpul katseid vaikainete eraldamiseks tõrvaspuidust tärpentini abil. Katsed osutusid edukaks, kuid tootmisse seda meetodit ei rakendatud.

1910. aastal tegi professor N. I. Kursanov ettepaneku kasutada tõrvaspuidust kampoli eraldamiseks tärpentini asemel bensiini.

Sellest ettepanekust juhindudes organiseeris teadlane ning revolutsionäär Lev Jakovlevitš Karpov Vladimiri kubermangu Sudogodski maakonnas maailma esimese kampoliekstraheerimistehase. See väiketehas, kus töötati ümber kõigest viis tuhat tihumeetrit tõrvaspuitu aastas, ei jäänud aga kauaks püsima.

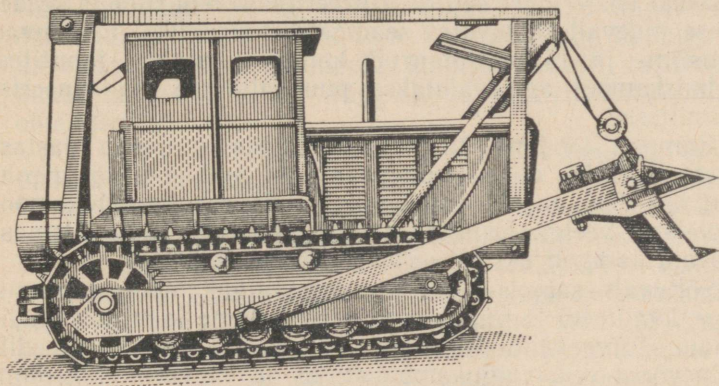
Varjates end tsaaripolitsei jälitamise eest oli L. J. Karpov sunnitud sõitma Soome. Kahe aasta pärast ehitas ta ühes sealses põhjarajoonis väikese ettevõtte tõrvaspuidu ümbertöötamiseks kampoliks.

Hiljem püüdis ta organiseerida kampoli suurtootmist männikändudest, kuid välismaa ees orjameelselt lõmitav tsaarivalitsus ei tulnud eesrindlike vene teadlaste progressiivsetele algatustele vastu. Tsaariametnikud suhtusid hoolimatult kõige väärtuslikematesse ning väljapaistvamatesse vene leiutustesse. Välismaalased aga hindasid neid teisiti.

Nad kasutasid oma kodumaal meelsasti vene leidurite loova mõtte saavutusi. L. J. Karpovit tabas sama saatus, mis teisi kodumaa novaatoreid.

Alles pärast Suurt Oktoobrirevolutsiooni hakati meie maal ulatuslikult tõrvaskändudest kampolit tootma.

Nõukogude Liidus on loendamatuid tõrvaskändude varusid, mis suurenevad igal aastal ainuüksi metsavarumise arvel mitme miljoni tihumeetri võrra. Nende töötlemisel võiks saada mitu tuhat tonni kampolit ning palju teisi väärtuslikke produkte. Kuuendal viisaastakul suurenebki tõrvaskändude varumine 40—45 protsendi võrra.



Kännujuurimismasin.

Varem juuriti kände ainult käsitsi. Nüüd on aga olemas mitmesugust tüüpi kännujuurimismasinaid, mis kergendavad tunduvalt tööd ja tõstavad tõrvaskändude varumisel töötootlikkust. Kände juuritakse laialdaselt ka lõhkamismeetodil. Tööjõu kulu kändude lõhkamisel on mõnevõrra väiksem kui käsitsi juurimisel, kuid seejuures tekivad lisakulud lõhkeaine muretsemiseks.

Juuritud kännud veetakse kampoliekstraheerimistehasesse, kus nad peenendatakse väikesteks laastudeks. Peenendamine on vajalik vaigukäikude läbilõikamiseks ning laastu ja lahusti kokkupuutepinna suurendamiseks. Mida peenemad on laastud, seda paremini ning kiiremini on võimalik puidust vaikaineid eraldada.

Laastude peenendamisel tekib palju tolmu ja puru. Et

laastude edasisel töötlemisel vältida torude ja kraanide ummistumist, sorteeritakse peenendatud laastud rappuvaltel sõeltel (mida mõnikord nimetatakse ka vibrosõelteks) ja viiakse transportööri abil erilistesse kastidesse (punkritesse), mis paiknevad ekstraktori kohal. Punkrist langevad laastud ekstraktorisse selle ülemises osas oleva luugi kaudu. Siis suletakse luuk hermeetiliselt ja laastudele valatakse bensiini. Ekstraktori alumisse ossa paigutatud spiraaltorust juhatakse läbi kuuma auru.

Aparaadis tekkiv lahus juhatakse poolteise-kahe tunni pärast kogujasse, ja ekstraktorisse valatakse uuesti bensiini. Seda operatsiooni korratakse viis-kuus korda. Siis lastakse ekstrakt tsisternides settida, filtreeritakse läbi riide ja keedetakse pidevalt töötavates seadmetes kampoликs. Eralduvad bensiini- ja tärpentiniaurud kondenseeritakse jahutites, valmiskampol aga valatakse puuvaatidesse või vineerist trumlitesse.

Kampoli toodang Nõukogude Liidus suureneb aastast aastasse. 1956. aastal toodeti seda 14 protsendi võrra rohkem kui 1955. aastal, viisaastaku lõpuks aga kasvab kampo-litoodang veelgi. Ehitatakse uusi ja laiendatakse olemasolevaid kampoli ekstraheerimise tehaseid.

Sõltuvalt saamisviisist on vedelvaigukampol mitmesuguse kvaliteedi ja värvusega — õlgkollane kuni šokolaadipruun. Tõrvaskändudest saadud kampol erineb kvaliteedilt mõnevõrra vedelvaigukampolist: ta on värvuselt tumedam ja pehmeneb madalamal temperatuuril. Seepärast teda vääristatakse, filtreerides kampoli bensiinilahust läbi mingi pleekmulla (näit. teatud valge savi liigi). Kampol muutub seejuures heledamaks ja vabaneb mõnedest kahjulikest lisanditest, mis halvendavad tema kvaliteeti.

Juba kaugel muinasajal kasutati kampo-lit arstiteaduses. Sellest valmistati plaastreid ja määrdeid, samuti segusid läipade balsameerimiseks.

Tänapäeval on kampol vajalik mitte üksnes arstidele. Palju rohkem kasutatakse teda paberi-, kummi-, värvimis- ja seebitööstuses.

Lihtne seep, mida keedetakse loomarasvast, ei vahuta küllalt hästi. Kampoli lisamine parandab seebi kvaliteeti: see hakkab kergemini vahutama, lahustub vees paremini ja annab rohkem vahtu.

Kampoliliimi lisatakse paberile, et kirjutamisel tint ei valguks laiali.

Kampolist valmistatakse lakke, kunstlikku värnitsat ja sikatiive — aineid, mis kiirendavad õli kuivamist värvides. Kui lahustada piirituses, bensiinis või tärpentinis puhast kampolit, siis tekib lahuse kuivamisel vaid nõrk lakikiht. Sellepärast valmistatakse lakke harilikult kampoli ja šelaki segust.

Palju kampolit vajavad tekstiili- ja elektrotehniline tööstus. Kampolit kasutatakse peitsides, millega immutatakse riidekangaid enne värvimist, et saavutada värvi paremat kinnistumist.

Kaablimuhvide, elektrielementide ja akumulaatorite kinnivalamiseks kasutatakse spetsiaalseid masse — kompaunde. Neid valmistatakse kampoli ja asfaldi segust, mida töödeldakse lubja või tsinkoksüüdiga. Kampolilakiga immutatakse ka elektrimasinate mähiseid. Kampoli baasil valmistatud kaabli-isolatsioonil on väga head elektriisolatsioonilised omadused.

Kui kampolit kuumutada kinnises katlas ilma õhu juurdepääsuta temperatuuril 250—300 kraadi, siis ta laguneb. Kampoli utmisel saadakse kampoliõlisid, mida kasutatakse laialdaselt mitmesugustes tööstusharudes. Neist valmistatakse vankrimääret, määrdõlisid, trükivärve. Kampoli-määre on eriti vajalik suure hõõrdumisega mehhanismides. Mõned kampoliõlide sordid asendavad naftast saadud määrdõlisid — autooli ja solidooli. Kampoli lagundamisel kõrgemal temperatuuril (450—500 kraadi) saadakse mootori-kütust.

Kampoliõlidest toodetakse flotatsiooniõli, mida teisiti nimetatakse ka männiõliks. Sellel on suur tähtsus värviliste metallide — vase, plii, tsiingi — sulatamisel maakidest. Metallimaakides on tihti palju kasutuid lisandeid. Näiteks sisaldab üks tonn vasemaaki mõnikord ainult 20—30 kilogrammi metalli, ülejääk on kasutu aheraine — liiv, savi, lubjakivi.

Maake, milles on palju aherainet, varem peaaegu ei kaevandatud. Et saada tonn puhast vaske, tuli ümber sulatada sada tonni maaki. Nüüd aga rikastatakse männiõli abii ka kõige vaesemaid maake, ja ühe tonni vase saamiseks on küllaldane sulatada 5 tonni rikastatud maaki.

Purustusseadmetes muudetakse maak peeneks tolmuks. Tolm segatakse suurtes paakides veega ja segule lisatakse vähesel hulgal männiõli — 50 kuni 100 grammi ühe tonni maagi kohta. Läbi veemassi puhutakse õhku. Õhumullid

tõusevad pinnale ning toovad kaasa väärtusliku metalli-
maagi osakesed. Männiõli aitab kaasa püsiva vahu tekki-
misele ning maagiosakeste kleepumisele õhumullide külge.
Vesi koos aheraine osakestega jääb põhja. Vaht kogutakse
kokku ja kuivatatakse; jääb järele kontsentreeritud metalli-
maak, mis lähebki sulatamisele.

6. VENE TEADUSE VOIT

Tärpentiniõli teenis samuti nagu kampolgi juba ammust
ajast korralikult arste. Tärpentini lasti sisse hingata kopsu-
haigetel, ta tõi kergendust tiisikuse ja raskekujulise bron-
hiidi puhul. Apteekrid lisasid tärpentini salvidesse ja miks-
tuuridesse.

Ka kaasaegses meditsiinis kasutatakse tärpentini laialda-
selt. Mõningatel juhtudel kirjutavad arstid ette tärpentini
sissevõtmist väikestes kogustes. Vereköhimise puhul näiteks
võetakse seda sisse 5—15 tilka korraga. Kroonilisi põletiku-
lisi protsesse arstitakse tärpentini ja provanksöli seguga;
tärpentini sisaldavad ka reuma ravimiseks määratud miks-
tuurid.

Kuid mitte ainult meedikutele ja farmatseutidele pole tär-
pentin vajalik. Teda kasutatakse laialdaselt mitmesugustes
tootmisharudes — laki-, värvi-, tekstiili- ja keemiatööstuses.

Tärpentini hinnatavaks omaduseks on võime kiirendada
lakikihi kuivamist. Ta täidab sikatiivi ülesandeid. Tärpen-
tiniga valmistatud lakid kuivavad kiiresti ja annavad hea
kvaliteediga kihi, mis kuivamisel jääb täiesti siledaks.

Tekstiilitöölised kasutavad tärpentini kangaste peitsimi-
seks enne värvimist. Värvilise sitsriide tootmisel valmista-
takse vajalikud värvid tärpentiniga. Tärpentin takistab
mustri trükkimisel värvi laialivalgumist riidel.

Tärpentini kasutatakse ka kingakreemi valmistamisel,
villa rasvast puhastamisel ja trükivärvide tootmisel.

Kuid kõige rohkem vajatakse teda tänapäeval kampril
valmistamiseks. Kamper on valge kristalliline kibedavõitu
ja omapärase lõhnaga aine. Ta on veest pisut kergem, tema
erikaal võrdub peaaegu ühega.

Varem tarvitati kamprit ainult arstiteaduses, peamiselt
südametegevuse tugevdamise vahendina. Tselluloidi leiuta-
misega muutus kamper arstimist väärtuslikuks keemiliseks
tooraineaks. Uus tootmisharu nõudis tuhandeid kilogramme
kamprit.

Kuni 1905. aastani olid ainsaiks kampri allikateks suurte ning ilusate kampripuude koor, puit, oksad, lehed ja õied. Kõige rohkem kamprit leidub vanades kampripuudes. Vaik peitub kampripuu rakkudes nagu vedelvaik okaspuudes.

Kampripuu kasvab peamiselt Hiinas, Jaapanis ja Taivani saarel, samuti ka Indias. Jaapani kapitalistid olid peaaegu ainsateks kampri turustajateks. Oma kasumite jahil hävitasid nad halastamatult põliseid kampripuusalusid.

Kapitalistlike monopolide röövelliku peremehetsemise tagajärjeks oli peaaegu täielik kamprimetsade hävitamine. Tehti katseid kampripuude kasvatamisega spetsiaalsetes istandikes Ameerikas, Hispaanias ja Itaalias. Kuid need katsed ei andnud tulemusi. Et kampripuusse koguneks palju kamprit, on vaja oodata üle saja aasta. Ainuüksi kampripuu lehtede ümbertöötamine ei ole tasuv, sest lehed sisaldavad kamprit liiga vähe.

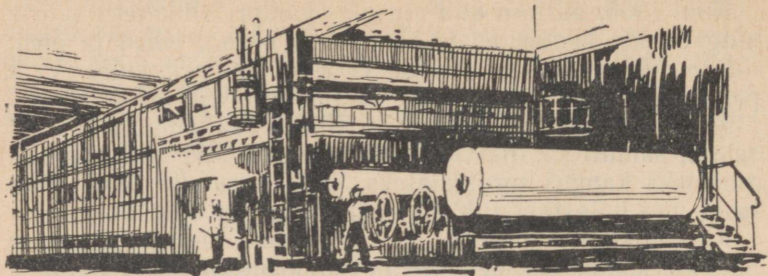
Kamprit aga vajati üha rohkem ja rohkem. Appi tulid siin keemikud. Nad töötasid välja meetodid kunstliku kamprisaamiseks nuluõlist ja tärpentinist.

Nõukogude Liidus kasutatakse väga laialdaselt kunstliku kamprisaamise lihtsat ning originaalset meetodit, mille töötas välja akadeemik V. J. Tištšenko koos G. A. Rudakovi, S. J. Korotovi ja M. A. Grehneviga.

Teatud saviliikide abil, mis toimivad katalüsaatoritena, muutub tärpentinini põhiaine — pineen — kamfeeniks, see aga muudetakse terve rea vaheastmete kaudu kampriks. Viimastel aastatel on tõestatud, et headeks katalüsaatoriteks pineeni muutmisel kampriks pole mitte ainult savid, vaid ka mõned happed, soolad ning metallide oksüüdid.

See meetod omandas ülemaailmse tähtsuse ja oli aluseks võimsa kunstliku kampritööstuse loomisel meie maal.

Kunstliku kamprisaamise lihtsa tehnoloogilise meetodi loomine nõukogude teadlaste poolt on kodumaise teaduse suureks võiduks.



Viies peatükk

PUIDU IMETLUSVÄÄRSED MUUNDUMISED

1. PABERILEHE AJALUGU

Leningradi Ermitaažis säilitatakse hoolikalt paljude idamaiste harulduste hulgas pikki papüüruserulle, mis on kaetud egiptuse hieroglüüfidega. Mõned neist on üle viie tuhande aasta vanad. Papüüruserulle on sageli leitud püramiididest ja haudadest.

Papüürus oli paberi eelkäija. Egiptlased valmistasid seda kõrgetest lõikheinest, mis kasvasid Niiluse kallastel. Neid taimi nimetatigi Egiptuses papüürusteks, mis egiptuse keeles tähendab «jõe and».

Papüürusevarred lõigati õhukesteks pikiribadeks, mis laoti ristamisi kihtidena üksteise peale. Ribad määrati liimiga kokku, tasandati luust või puust siluriga ning kuivatati päikese käes. Kuivanud papüüruselehed keerati rulli.

Antiikmaailma maades — Egiptuses, Roomas, Kreekas — kirjutati papüüruserullidele paljude sajandite vältel kirju ja riiklikke ürikuid, teaduslikke traktaate ja lüürilisi poeme.

Papüüruserullidest koostati terved raamatukogud. Eriti kuulus oli Egiptuse linnas Aleksandrias asunud raamatukogu, kus loendati üle 30 000 papüüruserulli.

Teisel sajandil enne meie ajaarvamist kavatses Süüria kuningas Eumenes II riigi pealinnas Pergamonis asutada grandioosse raamatukogu. Ta saatis oma teenrid Egiptusse ostma papüürust. Egiptuse vaarao Ptolemaios V aga keelas papüüruse väljaveo, sest ta kartis, et Pergamoni raamatukogu võib saada kuulsamaks Aleksandria raamatukogust.

Kuid ka Eumenes ei loobunud oma kavatsusest. Pergamonis hakati raamatuid kirjutama hästipargitud vasika- ja oinanahkadele. Sõna «pärgament» on tuletatud Pergamoni linna nimest, kus pärgamendi töötlemist täiustati.

Samal sajandil leiutas Tshai Lung Hiinas meetodi paberi valmistamiseks peenendatud siidi- ja kanepikiududest, kaltsudest, noortest bambusevartest ja mooruspuukoorest.

Hiinlased leotasid mooruspuu koori ja lõhestasid need õhukesteks ribadeks, mida keetsid mitu tundi kustutatud lubja lahuses. Keedetud massi tambiti puunuiadega, segati liimiga ning valati üle veega. Paberimassiga täidetud künasse asetati «vorm» — siidiniitidest või peentest bambusliistukestest valmistatud tihe sõel. Vesi nõrgus välja ning sõelale jäi kiuline mass. See mass valati siledale lauale, peale asetati teine laud ja raskuseks kivi või palk. Sel viisil saadud niiskeid paberilehti kuivatati kuumas kivi-ahjus.

Kuigi hiinlased hoidsid paberi valmistamise kunsti ranges saladuses, levis nende meetod aja jooksul peaaegu kogu Aasias. VI—VIII sajandil valmistati paberit Koreas, Jaapanis, Indias ja Araabias. 1933. aastal leiti väljakaevamistel Tadžikistanis VIII sajandist pärinevaid dokumente, mis olid kirjutatud paberile. Araablased valmistasid paberit kanepistest ja linastest kaltsudest, tadžikid aga puuvillast.

Euroopasse ilmus paber alles XI—XII sajandil. Keskajal oli eriti kuulus itaalia paber. Itaallased kinnitasid isegi, et paber on nende leiutatud.

Ajalookirjutaja tunnistust mööda valmistati Venemaal juba XVI sajandil paberit kaltsudest; paberitööstusele aga pani aluse Peeter Esimene.

Kultuuri, teaduse ja tehnika arenedes kasvas tunduvalt vajadus paberi järele. Kaltse enam ei jätkunud ja nende asendamiseks tuli hakata otsima uut toorainet. Käsitöö tõrjusid järk-järgult välja masinad. XIX sajandi algul ehitasid Peterburi valutehas ja Krasnoje Selo paberimanufaktuur esimesed paberimasinad Venemaal. Möödunud sajandi teisel poolel hakati paberitööstuses toorainena kasutama puitu.

1845. aastal märkas saksa kangur Keller, et pöörlev käiakivi purustab puulaua kiuliseks massiks. See avastus pani aluse paberi tootmisele puidukiududest, mida tehnikas nimetatakse puidumassiks.

Metsas maharaiutud puutüved laasitakse okstest, koori-

takse ja saetakse ühepikkusteks tükkideks — paberipuiduks ehk propsideks.

Propsid laotakse puiduriivimismasina — defibrööri šahti nagu paberossid karpi. Masina massiivsel terasvõllil asetseb sämbulise pinnaga silindriline kivi, mis pöörleb kiiresti vannis, kust pidevalt voolab läbi vesi. Propsid surutakse vastu karedat kivipinda, mis rebib puidu üksikuteks kiukesteks. Viimased segunevad veega ja langevad vanni. Peenestatud puit ei ole täiesti ühtlane mass; seal leidub pirde ja kiu- kimpe, mis vajavad eemaldamist.

Puidumassi tihendatakse pärast sorteerimist erilistes tihendajates ja kasutatakse siis paberi valmistamiseks. Mõnikord muudetakse see mass kõigepealt kartongitahvli- teks. Puidumass on põhiliseks tooraineks pakkimis- ja aja- lehepaberi valmistamisel.

Kuid tihedamate paberisortide — kirjutus-, trüki- ja joo- nistuspaberi valmistamiseks puidumass ei ole kõlbulik. Puidu mehaanilisel peenendamisel saadud ained säilitavad kõik oma esialgsed omadused. Nad sisaldavad peale tsellu- loosi veel ligniini, rasvu, valke, parkaineid. Ligniini muudab paberi rabedaks ning koltuvaks.

Keemikud töötasid välja mitu meetodit tselluloosi eralda- miseks puidust. Need meetodid andsid võimaluse kõige mitmekesisemate paberisortide, peenima siidi ja kinolintide valmistamiseks.

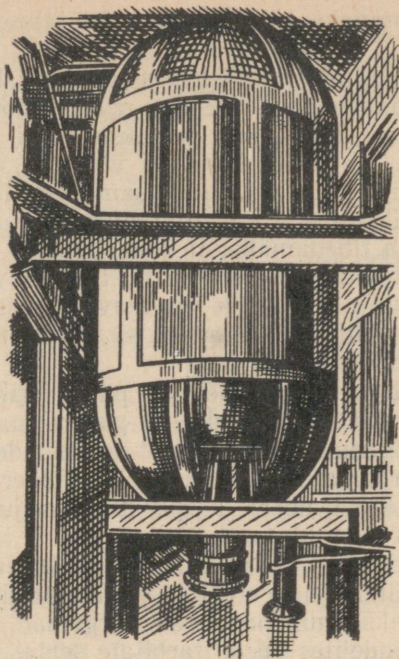
Paberipuit tuuakse tselluloosi- ja paberikombinaati ning tükeldatakse peenikesteks laastudeks, mis paigutatakse suurtesse kateldesse. Kateldes keedetakse laaste hapu vääv- lishapu kaltsiumi (kaltsiumbisulfiti) lahuses viie kuni kuue atmosfäärilise surve all temperatuuril kuni 140° C. Keetmis- viisi järgi nimetatakse sellist tselluloosi sulfittselluloosiks.

Mõnedes kombinatsioonides (Solombalski, Segeža) keede- takse laaste leelistega. Sel puhul saadavat tselluloosi nime- tatakse sulfaattselluloosiks.

Puidu keetmisel eemaldatakse ained, mis kleeuvad üksi- kud puukiud tihedasti kokku. Laastud muutuvad ühtlaseks kiuliseks massiks.

Keedetud puidumassi uhetakse hoolikalt veega, eemal- datakse kõik oksatükikesed ja väikesed läbিকেemata puu- tükid. Seejärel mass tihendatakse ja suunatakse masina- tesse, mida nimetatakse hollendriteks.

Hollender koosneb vannist ja nugadega trumlist. Vannil on piklik kuju ja ümarad otsad; pikivahesein jagab ta



Tselluloosi keetmise katel.

kaheks kanaliks. Ühes neist asetseb nugadega trummel. Viimase all on hollandri vannis kõrgem koht — «kõrgendik». Tselluloos juhitakse hollandrisse, kus ta satub trumli nugade alla. Kiirelt pöörleva trumli noad haaravad kiulise massi, raiuvad ning jahvatavad seda ja paiskavad üle «kõrgendiku».

Mõnede paberisortide, nagu näiteks kirjutus-, trüki- ja joonestuspaberi valmistamiseks on tselluloosi vaja pleegitada. Selleks lisatakse massile kaltsiumhüpokloriit või kloori, mis annab kiule valge värvuse.

Sõltuvalt otstarbest sisaldab paber peale kiulise massi veel mitmesuguseid lisandeid ja täiteaineid: kaoliini, kriiti ja baariumsulfaati. Trükipaberis on need lisandid vajalikud sileduse suurendamiseks ja paremate äratõmmete saamiseks. Lisandite mõjul imuvad paremini paberimassisse ka värvained, mis on vajalikud paberi läbipaistmatuse saavutamiseks.

Et paber kannataks tušši ja tinti, kaetakse ta kampoliimiga.

Hollandrist juhatakse paberimass segamisbasseinidesse ja sealt paberimasinaisse. Vedela massi vool liigub läbi oksapüüdja — aparaadi, kus peetakse kinni kõvad tükid, kiutombud jne., — paberimasina võrgule. Vesi nõrgub läbi võrgusilmade ja võrk liigub samaaegselt edasi. Vett kaotav mass pakseneb järk-järgult ning võrgul moodustuv kiht muutub üha tihedamaks. Ja juba ilmubki presside võlvide vahelt nähtavale pikk paberilint. Lint on veel niiske ja seepärast juhatakse ta masina kuivatavasse ossa, kus paber surutakse vastu auruga kōetavate suurte silindrite kuuma pinda ning lastakse tal kuivada.

Pärast kuivatamist viimistletakse paber lõplikult: ta glaseeritakse, lõigatakse lehtedeks ja pakitakse.

Paberit ei kasutata mitte ainult ajalehtede, ajakirjade, brošüüride ja raamatute trükkimiseks. Paberist valmistatakse tugevaid kotte, nõõre, karpe, mänguasju, purunemiskindlaid nõusid — taldrikuid, klaase jne.

Paberist saab valmistada isegi piimapudeleid, millele võib anda nägusa väliskuju ja mis on klaaspudeleist palju odavamad ning kakskümmend korda kergemad. Piima müümine paberist pudelites on ka tarbijate seisukohast mugav: pole vaja pudeleid pesta ega neid kauplusse tagasi viia.

Nõukogude leiduritel ja inseneridel tuli palju vaeva näha, enne kui neil läks korda valmistada paberisorti, millest saab teha küllaldase tugevusega pudeleid, mis ei lase läbi vedelikku.

Selle ülesande lahendas edukalt Tselluloosi- ja Paberitööstuse Teadusliku Uurimise Keskinstituudi vanem teaduslik töötaja, tehniliste teaduste kandidaat D. M. Fljate koos Leningradi Paberivabriku nr. 2 töötajate kollektiiviga.

Teadlased ja insenerid konstrueerisid ka automaadi, mis valmistab paberist pudeleid, täidab need piimaga ja korgib kinni. Sellist masinat võime näha Moskvast üleliidulise põllumajandusnäituse paviljonis «Piimatehas».

Automaat koosneb kolmest kooskõlastatult töötavast mehhanismist. Esimene neist liimib kokku pudelite kered, mis tulevad eraldi masinast, niinimetatud trükkimise-stantsimise automaadist. Üheaegselt liimimisega stantsitakse välja ka pudeli põhi, mis seejärel asetatakse kerosse. Teine mehhanism katab pudelid seest ja väljast õhukese parafiinikihiga ning pressib välja pudelite kaelad. Kolmas mehha-

nism täidab pudelid piimaga ja korgib nad kinni teras-klambritega, mis automaatselt lüüakse välja teraslindist.

Kirjeldatud agregaat võib tunnis valmistada 3600 piimapudelit, mahuga 0,45 liitrit.

Hiljuti hakati paberit kasutama veel üheks uudseks ots-tarbeks. Nõukogude insener B. P. Skvortsov tegi ettepaneku asendada heli üleskirjutamiseks tarvitatav kinolint paberist lindiga. Viimast nimetatakse «rääki vaks paberiks». Ta on kinolindist palju kergem ning mitu korda odavam.

2. EESTI NOVAATORITE ALGATUS

Eestis algas paberi tootmine juba XVII sajandi esimesel poolel. 1647. aastal töötas Tallinnas praeguse Viktor Kingissepa nimelise Tselluloosi- ja Paberikombinaadi kohal Ülemiste järve ligiduses, Härjapea jõe ääres Johann Wiedenbaueri väike paberivabrik ehk, nagu seda tol ajal nimetati, paberiveski.

Suurem paberitööstusettevõte asutati XVIII sajandi esimesel poolel Räpinas. Siin töötasid esmajoones vene paberimeistrid.

1839. aastal ehitati Tallinna paberiveski asemele Ülemiste paberivabrik, mis sai oma nime Ülemiste järvelt. Ka siin töötasid esialgu vene paberimeistrid. Vabrikus oli juba aurumasin, kuid sellele vaatamata toimusid kõik paberi valmistamise operatsioonid käsitsi.

Esimestel aastatel töötas vabrik ainult poole võimsusega. Ei jätkunud kvalifitseeritud töölisi. Paberi valmistamine käsitsi oli aga aeglane.

Kuid nõudmine Tallinna paberivabriku toodete järele kasvas üha. Tarbijateks olid naabruses asetsevad Pihkva ja Peterburi kubermang. Eriti palju Tallinnas toodetud paberit läks Peterburi. Nõudmine Ülemiste paberivabriku toodangu järele sundis vabriku juhtkonda läbi viima rea tootmisalaseid täiustusi. 1843. aastal seati vabrikus üles paberimasin, mis oli esimeseks paberimasinaks Baltimaades.

1887. aastal rajati Tallinnas endise Jaani paberiveski asemele uus paberitööstusettevõte — praegune paberivabrik. Siin hakati valmistama trüki- ja kirjutuspaberit, mis oma kvaliteedilt oli parem Ülemiste paberivabriku toodangust.

Mõne aasta pärast muudeti Ülemiste paberivabrik tsellu-

loosivabrikuks. Lühikest aega enne Esimest maailmasõda täiendati vabrikut uute paberimasinatega ning ta muudeti tselluloosi- ja paberikombinaadiks.

1914. aastal oli Eesti paberitööstusel mitu suurt käitist, mis aga purustati saksa vägede poolt Eesti territooriumil 1914.—1918. aastal toimunud sõjategevuse päevil.

Kodanliku valitsuse ajal enamik ettevõtteid taastati ning varustati uute masinatega. 1938. aastal ehitati suur Kehra tselluloositehas, mis tootis 40 000 tonni kraffttselluloosi. Mõnel aastal tootsid Eesti ettevõtted 75 000—80 000 tonni sulfittselluloosi. 10 000—12 000 tonni puidumassi ja 20 000 tonni paberit ning kartongi. Peaaegu kolm neljandikku Eesti tselluloositoodangust saadeti välismaale — Saksa- maale, Inglismaale ja Ameerika Ühendriikidesse.

Saksa fašistlike okupantide peremehetsemine Suure Isa- maasõja päevil tõi eesti tselluloositehastele ja paberivab- rikutele suurt kahju.

Kuid Nõukogude Liidu rahvaste vennaliku abiga taas- tasid eesti paberitootjad viisaastakute jooksul oma ette- võtted ja isegi laiendasid neid. Sõja võidukast lõppemisest möödunud kümne aasta jooksul kasvas tselluloosi- ja paberitööstuse toodang vabariigis rohkem kui kaheksa korda.

Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XX kongress tegi paberitootjatele ülesandeks valmistada kuuenda viisaastaku lõpuks rahvale kaks miljonit seitsesada kaksikümmend kaks tuhat tonni paberit — see on 46 protsendi võrra rohkem kui 1955. aastal.

Vastavalt NLKP XX kongressi direktiividele NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kuuenda viie aasta plaani kohta aastaiks 1956—1960 kasvab trükipaberi tootmine umbes 60 protsendi ja ajalehepaberi tootmine 51 protsendi võrra, kartongi toodang aga suureneb 2,8 korda. Tundu- valt laiendatakse õhukese trüki- ja pakkimispaberi sortide tootmist. Juurutatakse tootmisse paberi ja kartongi uued liigid mitmesuguste tööstustoodete pakkimiseks.

Partei direktiivides ettenähtud grandiossete ülesannete edukaks lahendamiseks tuleb igas tselluloosi- ja paberi- kombinaadis, igas paberi- või kartongivabrikus tunduvalt parandada tootmise organiseerimist ja tootmisvõimsusi täielikumalt ära kasutada.

Käesoleval viisaastakul rekonstrueeritakse paljud tsellu- loosi- ja paberitööstuse ettevõtted. VNFSV idarajoonides

ehitatakse viis uut suurt tselluloosi- ja paberikombinaati, mis varustatakse uusimate seadmetega.

Rohkem kui pool meie tehaste paberimasinatest paigaldatakse 30—50 aastat tagasi. Kuuendal viisaastakul asendatakse nad uute ning täiuslikemate masinatega, mis võimaldavad samadelt tootmispindadelt saada rohkem toodangut.

1956. aasta algul algatas Nõukogude Liidus suurima Kamski Tselluloosi- ja Paberikombinaadi tööliste ja inseneride kollektiiv sotsialistlikku võistlust NLKP XX kongressi auks, tootmisplaani ennetähtaegse täitmise eest.

Kamski paberitootjate üleskutsele vastasid üksmeelselt Balahna, Solikamski, Višera, Segeža tselluloosi- ja paberikombinaadi kollektiivid. Üleskutsele vastasid ka eesti paberitööstuse töötajad, kes kuuendal viisaastakul suurendavad toodangut 1955. aastaga võrreldes 30—40 protsendi võrra.

Käitise rekonstrueerimise protsessis saavutas Tallinna Tselluloosi- ja Paberikombinaadi kollektiiv suurt edu proportside koorimisagregaatide täiustamisel, mis võimaldas vähendada proportside kulu ühe tonni tselluloosi kohta rohkem kui 10 protsendi võrra.

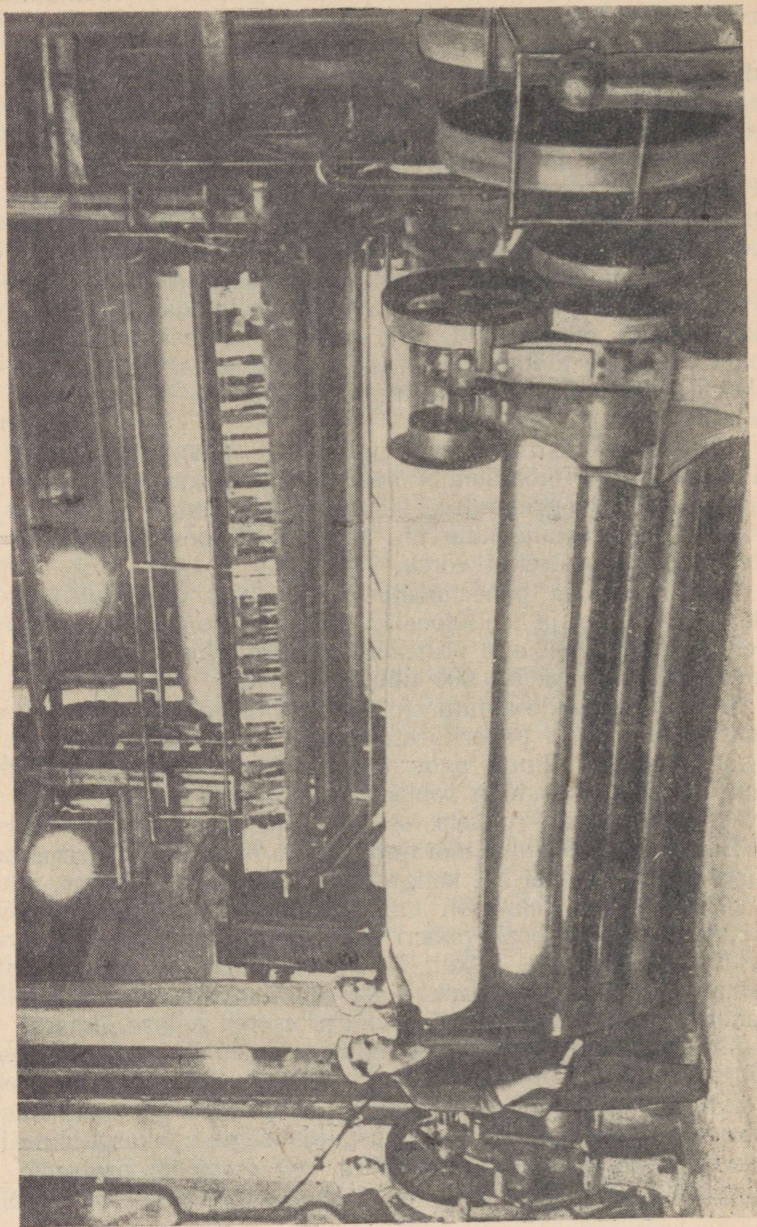
Tselluloosi- ja paberitööstuse ettevõtted töötavad igal aastal paberiks ja tselluloosiks ümber miljoneid tihumeetreid puitu, millest aga proportside halva koorimise tagajärjel läheb kaduma ligi 700 000 tihumeetrit.

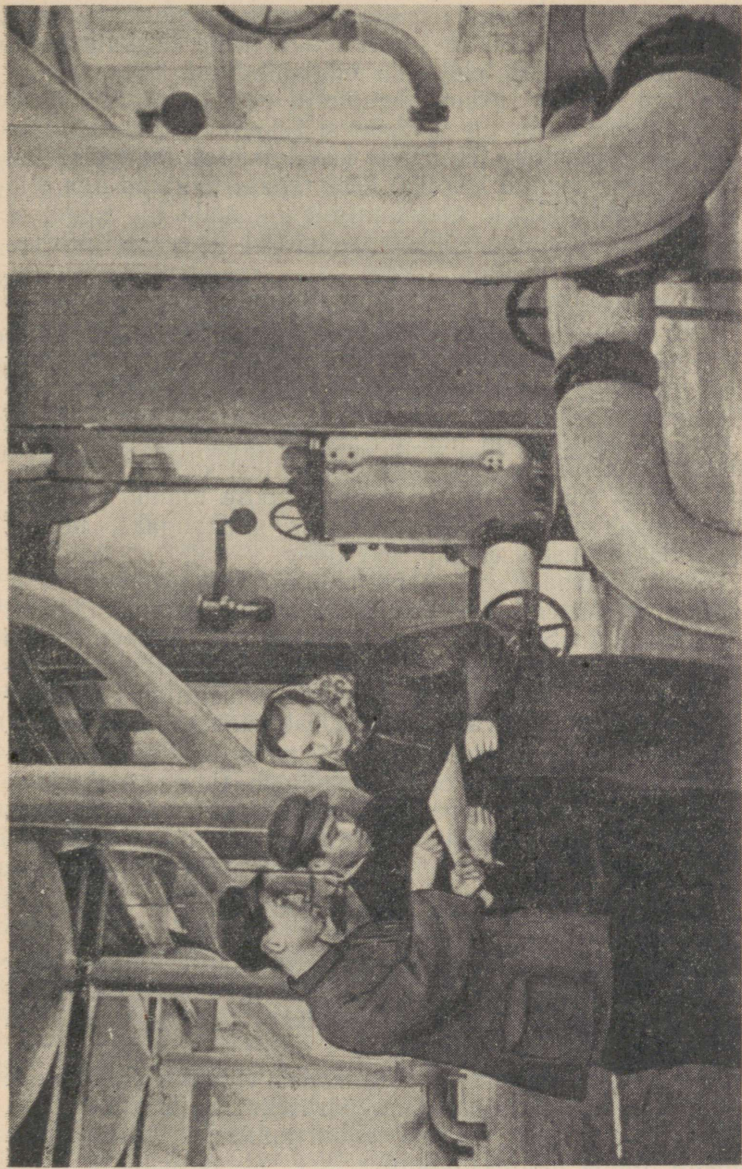
Eesti novaatorite algatusele on nüüd järgnenud juba paljud tselluloosi- ja paberitööstuse ettevõtted teistes vennasvabariikides. Tallinna paberitootjate kogemuste laialdane juurutamine võimaldab rohkem säästa väärtuslikku puitu ning anda rahvale rohkem tselluloosi ja paberit.

Eesti paberitööstuse töötajad olid ka teise tähtsa ürituse algatajateks. Partei XX kongressi direktiivides öeldakse, et kuuendal viisaastakul on vaja suurendada lehtpuuliikide kasutamist tselluloosi, paberi ja kartongi valmistamiseks.

Juba 1953. aastal hakati Kehra tselluloositehases kasutama tselluloosi tootmiseks kase- ja haavapuitu. Esiolgu kasutati seda vähe, mitte üle viie protsendi tehase üldisest puidutarvidusest. 1955. a. suvel aga tõusis lehtpuidu osatähtsus juba 20 protsendini ja suureneb aastast aastas.

Tehases tehti katseid tselluloosi tootmiseks nii puhtast lehtpuidust kui ka leht- ja okaspuidu segust; okaspuidule lisati 10—20 protsenti, mõnikord aga isegi 80 protsenti lehtpuitu.





Spetsialistid Hiina Rahvavabariigist Kehra Tselluloositehases.

Selgus, et haabade või kaskede lisamine kuuskedele või mändidele ei mõju tselluloosi kvaliteedile.

Segapuidu keetmine ei tekitanud erilisi raskusi. Auru ja kemikaalide kulu suurenes pisut, kuid selle lisakulu kompenseeris täielikult lehtpuidu odavam hind.

Esiolgu oli aga raskusi tselluloosi uhtmisega, mis üksikutel juhtudel kestis üle 2 ööpäeva. Tekkinud raskused oleksid võinud sundida lehtpuidu kasutamisest loobuma, kui sellega oleks saanud leppida. Kõik tehase töötajad aga olid jõudnud vastupidisele arusaamisele — neile oli selge, et lehtpuidu kasutamine hakkab tselluloosi- ja paberitööstustes üha rohkem levima.

Tuli leida moodus tselluloosi uhtmise kiirendamiseks. Tehase töötajad uurisid, kuidas töötab difuuser (aparaat, kus toimub uhtmine), ning ehitasid selle ümber. Nüüd vajatakse keedetud leht- või segapuidu uhtmiseks kõigest 17—18 tundi, see on 2—3 tundi rohkem kui puhta okaspuidu puhul.

Puit teeb läbi palju imetlusväärseid muundusi, enne kui muutub siledaks valgeks paberiks, millest koosneb see raamat. Veelgi rohkem imelisi metamorfoose toimub puiduga tema ümberkehastumisel peenimaks siidkangaks, millest ömmeldakse ilusaid elegantseid kleite.

Tsaari-Venemaal oli paberitööstus nõrgalt arenenud. Enamik ettevõtteid olid väikesed ja tehniliselt mahajäänud.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni ja eriti viisaastakute jooksul rekonstrueeriti ja laiendati vanu paberivabrikuid ja ehitati ka palju uusi suuri tselluloosi- ja paberikombinaate, mis on varustatud täiesti kaasaegse tehnikaga.

Tunduva panuse tselluloosi- ja paberitööstuse arendamisse on andnud nõukogude teadlaste P. N. Aleksejevi, L. P. Zerebovi, N. N. Nepenini, K. K. Rainovi, S. A. Fotijevi, M. G. Eliašbergi ja teiste tööd.

3. PEENEM ÄMBLIKUNIIDIST

XVIII sajandil elas Prantsusmaal tuntud füüsik ning bioloog Réaumur (sama, kes leiutas termomeetri). Kord sai ta ebatavalise kingituse — väikese tükikese riidet, mis oli kootud... ämblikuniidist.

Läbipaistev, õhuline riie vaimustas teda kirjeldamatult. «Ämblikuniit võiks olla suurepäraseks materjaliks väga peene daamipesu ja sukkade valmistamiseks. Ta asendaks edukalt siidi,» mõtles Réaumur.

Ämblikuniit on peenike ja ühtlasi ka hästi tugev. Kui punuda ämblikuniidist nõör, on see kuus korda tugevam sama jämedusega nahkrihmast ja kolm korda tugevam kanepinööri.

Neil aegadel oli siid palju kallim kui praegu. Hiina siidi pallid rändasid pikki kuid Kesk-Aasia ja Lähis-Ida karavaniteedel, mööda meresid ja ookeane, enne kui jõudsid Euroopasse. Mida kauem nad rändasid, mida pikem oli tee tarbijani, seda kallim oli siid.

Siidiussi saab kasvatada ainult seal, kus kasvab mooruspuu, mille lehtedest nad toituvad. Kuid mooruspuu on väga kapriisne, ta armastab sooja kliimat.

Ämblikke aga leidub kõikjal. Nad elavad igasuguses kliimas ja koovad nagu ehtsad kangrud oma heiet — ämbliku- niiti — võrkudeks.

Võib-olla tuleks ämblikke kasvatada, nagu kasvatatakse siidiusse. Kuid ämblikufarme asutades tuleks spetsiaalselt kasvatada ka kärbeid, kellest ämblikud toituvad. Selliste farmide teenindamine oleks ülemäära kulukas ja nad annaksid liiga vähe kiudainet.

Arvutanud välja, kui palju kiudainet võib saada ühelt ämblikult, tuli Réaumur järeldusele, et Prantsusmaa kõikide ämblike niitidest ei jätkuks toorainet isegi üheleainsale kudumisvabrikule.

Kui ämblik osutus ebasobivaks tooraine tootjaks tekstiilivabrikule, ei ole ka siidiuss sugugi puudustest vaba, vaatamata sellele, et inimene kasutab tema teeneid juba aastatuhandete kestel.

Siidiuss tekitab inimestele palju vaeva ja tüli. See väike peenike ussike on haruldaselt ablas. Enne kui ta muutub hinnalisse siidikiudu mähitud nukuks, sööb ta ära terved hunnikud mooruspuulehti. Lehed tuleb hakkida peeneks ja süüta neid noortele röövikutele vähemalt kolm kuni viis korda päevas. Kui röövikud punuvad endile tupid ja nukuvad, tuleb nukud kuuma auruga surmata, tupid (kookonid) üles leotada ning pehmeks sõtkuda, siidikiud lahti kerida ja niidiks kedrata.

Terve oma eluea jooksul ei tooda siidiuss üle ühe grammi siidikiudu. Sellepärast ongi siid nii kallis.

Siidikiud kujutab endast viskoosse, veniva vedeliku hangunud tilgakest. Seda vedelikku tekitab röövik oma organismis. Siidiuss surub vedelikku välja peas olevast avau-

sest ja vooderdab pidevalt oma hälli seinu ülipeene siidikiu keerdudega.

Kui siidiliblika rööviku organism toodab venivat siirupitaolist vedelikku, mis hangub õhu käes peeneks tugevaks kiuks, kas pole siis võimalik ka kunstlikult valmistada sellist vedelikku ja saada sellest pidevat niiti? Selgus, et see on võimalik.

«Idee, mis esimesel pilgul võib näida fantastilisena, ei olegi asja sügavamal uurimisel tegelikult nii teostamatu,» kirjutas Réaumur 1734. aastal.

Kuid teadlase julge mõtte elluviimiseks kulus üle saja aasta.

Nii algas keemikute võistlus siidiussiga, mis lõppes esimeste hiilgava võiduga.

Algul püüdsid keemikud «siidisiirupit» valmistada noortest mooruspuuvõsudest. Kuid mooruspuu kudesid ei õnnestunud lahustada ei vees, piirituses ega ka eetris. Siis tehti mooruspuu keemiline analüüs, kusjuures selgus, et tema rakud ja koed on ehitatud nagu kõigil teistelgi taimedel peamiselt tselluloosist.

Tehti ka siidiniitide analüüs, mis näitas, et siidi molekulid, samuti nagu tselluloosi molekulidki, koosnevad süsiniku-, vesiniku- ja hapnikuaatomeist ning sisaldavad peale selle veel lämmastikuaatomeid.

See viis teadlased mõttele töödelda tselluloosi lämmastik-happega, et viia tema koostisse puuduv lämmastik ja teha tselluloos lahustuvaks. Saadi uus aine — nitrotselluloos, mis lahustus hästi piirituse ja eetri segus. Saadud vedelikust võis valmistada väliselt naturaalsiidiga sarnanevat peenikest kiudu. Kuid kirjeldatud meetod osutus liiga keerukaks ning kalliks.

Varsti leidsid teadlased tselluloosi töötlemiseks teise menetluse. Nad kasutasid vaskoksüüdi lahust nuuskpiirituses. Sellesse vedelikku sattudes tselluloosi valged helbed nagu sulavad, moodustades paksu püdela «siidisiirupi». Sellest hakati valmistama niiti, mis oli peaaegu kaks korda peenem ämblikuniidist.

Kuid ka see kunstiidi liik, mida nimetati vaskammoniaaksiidiks (sest nuuskpiiritus on ammoniaagi lahus vees), ei leidnud laia levikut. Selle valmistamine on samuti liiga kulukas.

Seepärast jätkasid keemikud kunstiidi odavamate toorainete ja odavamate valmistamisviiside otsimist.

4. «KUUSESIID»

Möödunud sajandi lõpul leiutati meetod kunstiidi valmistamiseks viskoosist. Viskoossiid võitis varsti tunnustuse kõigis maades. Iga aastaga suureneb selle tootmine. 1954. aastal kedrati kogu maailmas üle kaheksasaja tuhande tonni viskooskiudu, mis moodustab peaaegu 60 protsenti maailma kunstiiditoodangust.

Parimaks tooraineks viskooskiu tootmisel on kuusepuit. Okaspuudes on tselluloosi rohkem kui lehtpuudes. Kuuske aga eelistatakse männile ja lehisele sellepärast, et viimastes on palju vaiku. Vaik raskendab viskoosi — paksu meetalilise tselluloosilahuse valmistamist. (Nimetus «viskoos» on tuletatud prantsuskeelsest sõnast «viscosité», mis tähendab «püdelus».)

Tselluloos käib läbi pika tee, enne kui ta muutub viskoossiidiniidiks.

Kunstkiuvabrikutes tselluloos kõigepealt kuivatatakse, sest transportimisel ja säilitamisel imab ta endasse õhust niiskust. Pärast kuivatamist leotatakse tselluloospapi pakke suurtes vannides leeliselahuses. Õhukesed valged tselluloosilehed muutuvad helepruunideks tursunud pätsideks.

Ainet, mis saadakse papi töötlemisel leelisega, nimetatakse tehnikas alkalitselluloosiks (alkali tähendab leelist). Leelise toimel tselluloos mitte ainult tursub, vaid moodustab temaga ka keemilise ühendi.

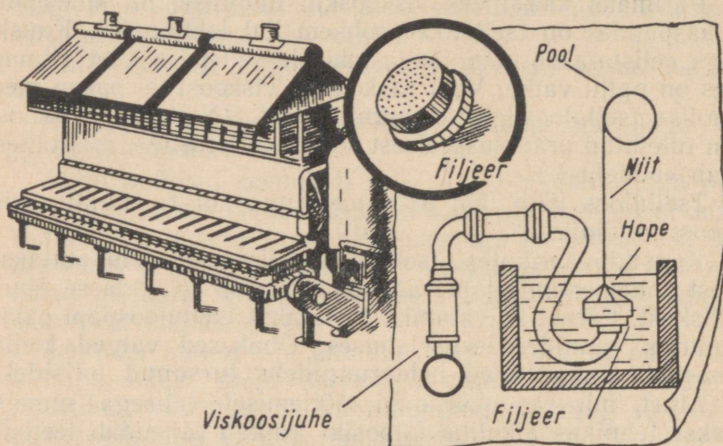
Alkalitselluloos pressitakse kuivaks, kaalutakse ja juhitakse peenestajasse — nugadega varustatud pöörlevasse aparati, kus leelitselluloos muudetakse kohevaks, sulgjaks massiks. Tema maht suureneb ja kiududevaheline ruum täitub õhuga (keskmiselt neelab üks kilogramm hästi kuivaks pressitud alkalitselluloosi 1,22 liitrit õhku).

Peenendatud alkalitselluloos laaditakse plekk-kastidesse ja viiakse spetsiaalsesse hautamiskambrisse, kus teda mõni aeg hoitakse rangelt kindlaksmääratud temperatuuril. See operatsioon, mida töölised nimetavad «küpsetamiseks», on vajalik nõutava viskoossusega «siidisiirupi» saamiseks.

Tselluloosi edasine töötlemine toimub suurtes metallist aparaatides — niinimetatud ksantaat-trumlites ehk ksantaat-segistites. Seal muutub leelitselluloos lenduva mürgise ebameeldiva lõhnaga vedeliku — väävelsüsiniku toimel oranžkollaseks massiks. See uus aine on ksantogenaat

(kreekakeelne sõna «ksanthos» vastab eestikeelsele sõnale «oranž»).

Suurtes raudkateldes — lahustamispaakides — segatakse ksantogenaati nõrgas leeliselahuses. Saadakse pruun vedelik — viskoos, mis hoolikalt filtreeritakse. Filtrit läbides muutub viskoos heledaks ning läbipaistvaks vedelikuks, mis värvilt meenutab leivakalja või õlut.



Masin viskoossiidi ketramiseks.

Nüüd juhitakse viskoos 3—3,5-atmosfäärilise surve all torude kaudu ketrusmasinatesse. Iga selline masin asendab pool miljonit siidiussi.

Kunstkui ketramine ei sarnane hoopiski puuvillase või villase lõnga valmistamisele.

Väikesed pumbad suruvad viskoosi klaastorukestesse, mis lõpevad kulla ja plaatina sulamist valmistatud väikeste kübaratega — filjeeridega. Viskoos surutakse läbi filjeeri, mille põhja on tehtud üliväikesed avad. Filjeeri avadest väljuvad peened viskoosijoakesed ning langevad renni. Rennis voolab pidevalt vesi, milles on lahustatud väävelhapat, mõningaid tema sooli ja glükoosi.

Väävelhape võtab ksantogenaadi molekulidelt ära naatriumi ja väävelsüsiniku osakesed. Selle tulemusena saadakse peened siidjad kiud, mis koosnevad puhtast tselluloosist. Kuid need pole veel küllaldaselt tugevad ja see-

pärast venitatakse neid erineva kiirusega pöörlevatel ketastel.

Pärast venitamist satub neid kiiresti pöörlevasse rõngasse. Seal surutakse ta tsentrifugaaljõu mõjul vastu rõnga seinu, mistõttu tekib tüvikoonusekujuline niidikera. Rõngas toimub ka niidi keerutamine. Pärast seda pestakse niiti veega, et eemaldada väävelhappe jääke ja aineid, mis tekisid väävelhappe reageerimisel leelise ja väävelsüsini-kuga.

Viskoossiidi valmistamine lõpeb valmiskiu pleegitamise, kuivatamise, värvimise ja sorteerimisega.

Nõukogude insenerid ja leiutajad lihtsustasid tunduvalt viskoossiidi valmistamist ning muutsid selle märksa odavamaks. Stalini preemia laureaadid F. I. Lavrušin, J. M. Mogiljovski, B. M. Lotarjov, N. J. Aljohhin ja M. A. Matšihhin töötasid välja uue meetodi viskoosi valmistamiseks ühesainsas aparatis. Varem vajati selleks nelja eriaparaati.

Nõukogude leidurimõtte teiseks suurepäraseks saavutuseks on L. N. Lifšitsi, J. M. Mogiljovski ja N. I. Morozovi poolt loodud viskoosikombain. Selles masinas toimuvad kõik operatsioonid ketramisest kuni kuivatamiseni pidevalt.

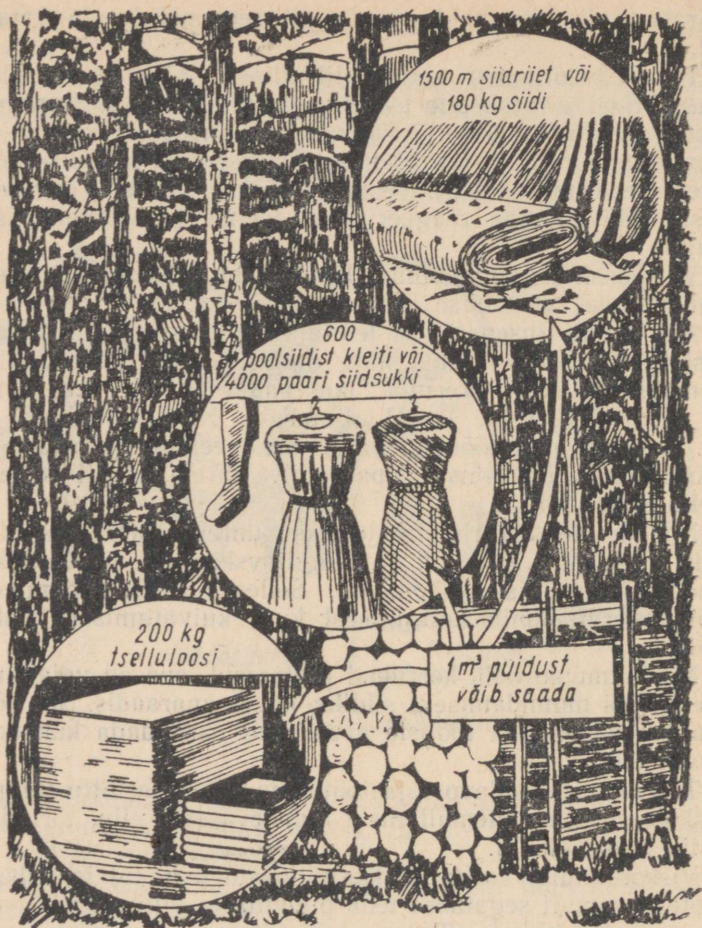
Nii toimuvad kõik keerukad protsessid, mis on vajalikud tselluloosi muundamiseks siidiks, kahes aparatis. See võimaldab vähendada tööliste arvu ning parandada kunstkiu kvaliteeti.

Toormaterjali odavuse ja töötlemise lihtsuse tõttu tungib viskoossiidi üha laiemalt meie igapäevasesse ellu, tõrjudes välja naturaalsiidi.

Viskoossiidist valmistatakse nägusaid kangaid ja trikootooteid, samuti segatakse teda puuvilla ja villaga. Viskooslõnga kudumine puuvillasesse või villasesse kangasse muudab selle mitu korda ilusamaks. Kunstkiukangaste kujundamine on tunduvalt paranenud; on võetud kasutusele 800 uut mustrit.

Viskoossiidi kasutatakse ka segatuna naturaalsiidiga. Sellisest segust valmistatud kangad ei erine välimuselt peaaegu sugugi puhtast siidist kangastest, on aga palju odavamad ning seetõttu tarbijate laiadele hulkadele kättesaadavamad.

Üleliidulises Kunstkiu Teadusliku Uurimise Instituudis valmistati kunstliku viskooskarakuli näidiseid. Ainult spet-



Mida võib saada ühest tihumeetrist puidust.

sialisti kogenud silm suudab hõbehalle ja musti jäikade lokkidega karusnahku eristada tõelisest karakulist.

Viskoossiid tõrjub looduslikke kiudaineid välja mitte ainult igapäevases elus, vaid ka tehnikas. Auto ja jalgratta väliskummidesse on pressitud niidid, mis suurendavad nende tugevust. Neid niite nimetatakse koordiks (inglisekeelne sõna «cord» tähendab nõori, paela).

Varem valmistati koordi auto- ja lennukitööstuse vaja-

dusteks ainult puuvillast, linast, koeravillast¹, nüüd aga tehakse seda viskoosiidist. Suure kiirusega sõitva auto väliskummid kuumentuvad kuni 120 kraadini. Puuvillakiud muutub sellel temperatuuril jäigaks ning hapraks, viskooskoord aga säilitab oma elastsuse. Seepärast on viskooskoordiga autokummide iga ligi poolteist korda pikem. Puuvillakoordi asendamine viskoosiga võimaldab tonni kiudaine kohta kokku hoida peaaegu 600 kilogrammi kummit. See on eriti tähtis lennukite juures, sest kummi raskuse arvel on võimalik suurendada lennuki kandevõimet.

1954. aastal lõpetas Karl Marxi nimelise Masinaehitustehase kollektiiv koordviskooslõnga pidevaks ketramiseks määratud masina monterimise, mille tootlikkus on 40 protsenti suurem, kui oli analoogilistel masinateel varem. Masina konstruktsioon töötati välja tehases inseneride N. M. Dmitrijevi ja G. M. Gutmani juhtimisel koostöös kerge- ja tekstiilitööstuse masinate ehitamise ja kunstkiu teadusliku uurimise instituutidega.

5. LÄBIPAISTVAD KÄSNAD

Viskoosist saab valmistada mitte ainult peent elastset kunstiidlõnga, vaid ka palju teisi saadusi, mida kasutatakse mitmesugustes rahvamajandusharudes.

Kui suruda viskoos läbi millimeetrise diameetriga ümmarguste avadega filjeeri, saadakse jämedad telefonitraaditaolised niidid, millest valmistatakse harju ja pintsleid.

On võimalik valmistada filjeeri veel suuremate rõngakujuliste avadega. Surudes viskoosi läbi sellise filjeeri, saame paksuseinalised torukesed, mis asendavad vorstitööstuses edukalt sooli, kaitstes vorsti riknemise eest. Viskooskile ei lase läbi baktereid.

Viskooskilet võib valmistada ka pika pideva lindi kujul. Selleks tuleb viskoos suruda läbi filjeeri, mis on varustatud ümbes meetripikkuse kitsa piluga. Ketrusmasinast läheb viskooslint samuti nagu niitki tavalisse sadestusvanni. Seejärel läbib lint üle rullide veeredes mitu erinevate lahus- tega täidetud vanni. Lahused annavad talle pehmuse ja elastsuse ning lint muutub tsellofaaniks.

Viimasest viimistlusvannist väljudes suundub tsellofaan-

¹ Koeravill — Volga, Uraali, Dnepri, Kubani jt. jõgede piirkonnas ning Kesk-Aasias kasvav mitmeaastane kiudtaim. *Tõlk.*

lint kuivatise, kus ta tõmmatakse üle kuuma õhuga köetavate trumlite. Kuivatatud lint keritakse rullideks.

Tsellofaanlint on läbipaistev ja nägus. Teda tarvitatakse laialdaselt mitmesuguste kaupade (kondiitritooted, kantseleitarbed, ravimid) pakkimisel. Tsellofaanisse pakitakse isegi masinaosi. Tsellofaanlehele võib nagu paberilegi trükikida teksti ja värvilisi jooniseid, kuid ta on palju tugevam ja elastsem kõige paksemast pakkimis-paberist.

See läbipaistev ning kerge materjal ei karda külma ega tuult, samuti ei lase ta läbi õhku. Vees ta tursub, kuid ei ligune pehmeks ja kaitseb seetõttu hästi niiskuse eest.

Tsellofaanlehti kasutatakse ehitusplatsidel ajutiseks akende klaasimiseks. Ühe tsellofaanirulliga võib klaasida üle poolteise tuhande akna.

Kallihinnalise pauspaberi (kalka) asemel tehakse jooniseid tsellofaanlehtedele. Värvitud tsellofaanist aga valmistatakse värvilisi valgusfiltreid.

Viskooskile asendab edukalt mitte ainult klaasi, kalkat ja paberit, vaid ka plekki, stannioli ja õhukest metallfooliot. Temast valmistatakse nüüd tihedaid pudelisulgureid ja tuube mitmesuguste kreemide, vaseliini ja liimi jaoks.

Tsellofaanist sulgur tursub vees tugevasti, kuid tõmbub kuivades peaaegu 30—50 protsendi võrra kokku ja suleb tihedalt pudelikaela. Tsellofaani omadus tursuda võimaldab temast valmistada isegi käsnu, mis on värvuselt punakad ja meenutavad mõnevõrra kummikäsnu. Tsellofaankäsnade poorid on korrapärased siledate servadega augukesed, mis meenutavad mesilaskärgi. Kuivalt on tsellofaankäsna kõva, kuid vette pistes tursub ta kiiresti, muutub pehmeks ja suureneb mahult ligi poolteist korda. Looduslikud käsnad paisuvad vees kõigest 20—25 protsendi ja kummikäsna ainult 5 protsendi võrra. Tsellofaankäsnu võib valmistada mitmesugustes värvides ja ka täiesti läbipaistvatena.

6. LÖHKEAINE ÜMBERKEHASTUMINE

Rohkem kui sada aastat tagasi hakkasid keemikud tseluloosist valmistama nitrotselluloosi. Viimane ei sarnanenud üldse valgete kohevate vatiebemetega, millest teda saadi lämmastikhappega töötlemise teel.

Nitrotselluloos süttis silmapilkselt ja plahvatas suure jõuga. Plahvatused olid palju tugevamad kui väävlist, söest

ja salpeetrist valmistatud musta püssirohu puhul. Nitrotselluloosist hakati valmistama niinimetatud suitsuta püssirohtu ehk puuvillapüssirohtu, mis erinevalt mustast püssirohust põles tõepoolest ilma vähimagi suitsuta. Puuvillapüssirohuks aga nimetati suitsuta püssirohtu seepärast, et teda valmistati puuvillatselluloosist.

Kuid juba Esimesest maailmasõjast peale hakati suitsuta püssirohtu tootma hoolikalt puhastatud puidutselluloosist.

Teadlased, kes uurisid uue aine omadusi, märkasid, et viimane niiskes olekus ei plahvata. See avastus andis tõuke otsinguile uue materjali kasutamiseks rahuaja tööstuses. Kui vesi kõrvaldab nitrotselluloosi plahvatusvõime, siis ehk annavad muud vedelikud talle uusi väärtuslikke omadusi, arutasid teadlased. Varsti saadi nitrotselluloosi lahustamisel piirituse ja eetri segus kolloomiumi, mida hakati kasutama klaasplaatide katmiseks fotograafias ja haavade kaitsmiseks saastumise eest — arstiteaduses. Piirituse ja eetri segu aurub õhus kiiresti, mille tagajärjel tekib õhuke tihe kolloomiumikiht.

Möödunud sajandi 70-ndatel aastatel kuulutas üks ameerika firma välja konkursi materjali valmistamiseks, mis suudaks asendada elevantiluu; preemiaks määrati kümme tuhat dollarit. Konkursist võtsid osa paljud leidurid, tehnikud ja insenerid. Auhinna taotlejate hulgas oli ka trükiladuja John Hyatt.

Algul proovis ta elevantiluu jäätmetest kuulikesi valmistada ja katta neid kolloomiumiga. Kuid kuulikesed purunesid kiiresti. Hyatt proovis kuulikesi valmistada pressitud paberist ja katta nende pinda kolloomiumiga; kuid ka see materjal ei asendanud elevantiluu — kolloomiumikiht koorus lahti. Siis hakkas Hyatt lahustama nitrotselluloosi mitmesugustes vedelikes, et saada küllalt vastupidavat materjali piljardikuulide valmistamiseks.

Ta katsetas paljude lahustitega ning jäi lõpuks peatuma kampril. Kamper lahustus suurepäraselt piirituses, nitrotselluloos aga sulas kampri ja piirituse segus nagu suhkur kuumas vees. Tekkis püdel sitke mass, mis meenutas kõva sülti või želeed. Piiritus aurustus järk-järgult. Nitrotselluloosi tarrend kuivas ja muutus kõvaks sarvjaks aineks. Lisanud nitrotselluloosile valget värvi, sai Hyatt materjali, mis oli väga sarnane elevantiluuga. Nii leiutati uus kunstlik materjal, mida hakati nimetama tselluloidiks, see on — «tselluloosi sugulaseks».

Tselluloidi hakati kiiresti laialdaselt ja mitmekesiselt tarvitama. Sellest hakati valmistama ilusaid kamme, mänguasju ja portsigare.

1881. aastal demonstreeriti esmakordselt Pariisi foto-näitusel vene teadlase I. V. Boldörjovi poolt leiutatud painduvat läbipaistvat tselluloidifilmi. Mõne aasta pärast levis see film üle kogu maailma.

Möödunud sajandi 90-ndatel aastatel muutus tselluloidi suurtarbijaks äsjatekinud kinematograafia. Käesoleva sajandi algul aga omandas tselluloid kindla koha autotööstuses.

Auto lahutamatuks osaks on mittekillunev klaas, mille valmistamiseks läbipaistev tselluloidleht kleebitakse kahe tavalise klaasplaadi vahele. Sellist klaasi hakati nimetama tripleksiks, see on kolmest kihist koosnevaks. Autoõnnetuse puhul ei lennanud klaasikillud enam laiali, vaid jäid kleepuma tselluloidlehe külge.

Nitrotselluloosist võib saada mitte ainult tselluloidi, vaid ka väärtuslikke kiiresti kuivavaid lakke. Õlilakk vajab kuivamiseks mitu tundi, nitrolakk aga kõigest 30—40 minutit. Nitrolakke hakati kasutama mitte ainult metalli ja puu lakkimiseks, vaid ka kunstnaha, granitooli ja dermantiini valmistamiseks.

Tselluloidi ja nitrolakkide tootmine kasvas iga aastaga. Tselluloidtooted levisid kõigisse maailma äärtesse, isegi kõige mahajäänudatesse külakolgastesse; nitrolakid aga muutusid hädavajalikeks auto- ja lennukitööstuses.

Kuid tselluloidil ja nitrolakkidel on suur puudus — nad põlevad ja süttivad kergesti. Korduvalt tekkisid tulekahjud kinoteatrites tselluloidist filmilindi plahvatamise tagajärjel, süttisid portsigarid sinna ettevaatamatult pandud suitsuotsast. Tselluloidivabrikutes tekkinud tulekahjude ja plahvatuste tagajärjel hukkusid sajad töölised.

7. SIID VOISTLEB TERASEGA

Juba esimesed tselluloidi süttimisjuhud sundisid keemikuid otsima teid, kuidas muuta teda ohutuks. Kõik ettepanekud sel alal osutusid aga vähekõlbulikeks. Ühed jätsid tselluloidi ilma tema kõige väärtuslikumast omadusest — plastilisusest, teised muutsid ta läbipaistmatuks; läbipaistmatust tselluloidist aga pole võimalik kinolinti valmistada.

Probleemi lahendamiseks tuli järelikult otsida uusi teid. Eelkõige tuli leiutada aine, mis oleks samuti nagu tselluloid plastiline ja läbipaistev, kuid mis ei põleks. Keemikud saavutasid neil otsingutel hiilgava võidu — nad hakkasid tselluloosi töötlemata mitte lämmastik-, vaid äädikhappega. See kõrvaldas tselluloidi tuleohtlikkuse.

Äädikhappe abil töödeldud tselluloosi ehk niinimetatud atsetüültselluloosi baasil valmistati uus plastiline materjal, mis omaduselt meenutas tselluloidi; seda ainet hakati nimetama tsellooniks. Tänu süttimatusele tõrjub tselloon tselluloidi järjest rohkem välja. Tselloonist valmistatakse grammofoniplaate ja elevantiluuga sarnanevaid galanteriitootesid. Tselloonplaate tarvitatakse purunematu klaasina. Õhukest tselloonkilet kasutatakse mittepõleva kinolindi valmistamiseks, samuti foto- ja röntgeniaparaatides.

Läbipaistval atsetüültselluloosist kilel on veel üks suurepärane omadus: ta laseb hästi läbi ultraviolettkiiri. Tsellooniga klaasitud lavades ja kasvuhoonetes kasvavad puu- ja aedviljad palju jõudsamini. Selline «klaas» on asendamatu ka lastesõimedes, tuberkuloosisanatooriumides ja hajglates.

Atsetüültselluloosi lahustamisel atsetoonis ja teistes orgaanilistes lahustites saadakse mittepõlevaid lakke, mis on õli- ja bensiinikindlad ning ei lase läbi gaase. Neid lakke kasutatakse nitrolakkide asemel lennukite tiibade ja balloonide katmiseks. Atsetüültsellulooslakke kasutatakse laialdaselt kaablite ja juhtmete ning kondensaatoripaberi isoleerimiseks, samuti ka naha, paberi, puidu ja metalli lakkimiseks.

Kuid atsetüültselluloosi veelgi suuremaks tarbijaks on kunstliku atsetaatsiidi loostus (nimetus atsetaat tuleneb ladinakeelsest sõnast «acetum» — «äädikas»).

Veel hiljuti valmistati atsetaatsiidi mitte puidu-, vaid puuvillatselluloosist. Kuna aga puuvill on kallis ja temast võib toota ilusaid ning vastupidavaid kangaid ilma keemikute abita, siis hakati atsetaatsiidi toorainena kasutama puuvillaebemeid — lühikesi puuvillakiude, mida puuvilla puhastamise masinad ei saa seemnetest eraldada. Viimastel aastatel töötasid nõukogude teadlased välja atsetüültselluloosi ja atsetaatsiidi tootmise viisi vääristatud puidutselluloosist.

Atsetüültselluloos lahustatakse atsetoonis või atsetooni

ja piirituse segus. Lahus filtreeritakse kolm-neli korda läbi sõela ja riide lisanditest puhastamiseks. Puhastatud lahus surutakse läbi ülipeenikeste filjeeriavade kõrgesse kasti (šahti), millest puhutakse läbi kuuma õhku. Piiritus ja atsetoon aurustuvad; nende aurud juhitakse koos õhuga erilisse seadmesse, mis võimaldab ligi 85 protsenti piiritusest ja atsetoonist kinni püüda ja uuesti tootmisse suunata. Hangunud niidid keritakse poolidele.

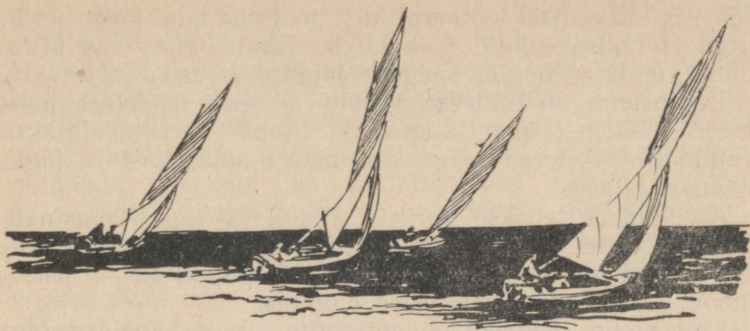
Erinevalt viskoossiidist ei ole atsetaatsiid puhas tselluloos, vaid selle keemiline ühend, äädikhappega. Atsetaatsiidist kangad on halvad soojuse- ja elektrijuhid, kuid lasevad hästi läbi ultraviolettkiiri. Atsetaatsiidist supelkostüümis võib rannal päevitada niisama hästi kui ilma kostüümita.

Esimese sõjajärgse viisaastaku aastatel täiustasid nõukogude teadlased tunduvalt atsetaatsiidi tootmist. Pärast ketramist juhitakse siidniidid läbi leeliselahusega täidetud vannide. Leelis kõrvaldab siidilt äädikhappeosakesed. Pärast sellist keemilist töötlemist venitatakse niite sel määral, et nende pikkus suureneb kaheksa kuni kümme korda. Nad muutuvad tugevamaks mis tahes loomulikust kiust — villast, linast, kanepist. Atsetaatsiidist niidi tugevus ületab isegi võrdse ristlõikega terastraadi tugevuse: viimane kannab koormust sada kilogrammi, siidniit aga sada kaks-kümmend kuus kilogrammi igale ruutmillimeetrile.

Atsetaatsiidi kiududest punutud umbes kahe sentimeetri jämedune köis suudab kanda koormat, mis võrdub laaditud kaubavaguni kaaluga (üle kolmekümne tonni).

Atsetaatsiidi kiud on tuhmim ja niiskusekindlam kui teised kunstkiuliigid. Märjaks saades väheneb tema tugevus kõigest ühe kolmandiku võrra, kuna teiste siidiliikide puhul väheneb see peaaegu 60 protsenti.

Atsetaatsiidi väärtuslikud omadused kindlustasid talle laialdase kasutamise. Selle siidiliigi toodang moodustab käesoleval ajal umbes 25 protsenti maailma kunstkiutoodangust.



Kuues peatükk

METALLIDE JA EHTUSMATERJALIDE USALDUS- VÄÄRSED ASENDAJAD

1. KIVIPUIT

Ehitus- ja tarbematerjalide hulgas kuulub puidule üks esimestest kohtadest. Ta on küllalt tugev ja seejuures kergesti ning lihtsalt töödeldav, kivi ja metalliga võrreldes aga suhteliselt kerge. Need omadused kindlustavad puidule laialdase ning mitmekesise tarbimise.

Teadlased tegid kindlaks, et puidu pressimisel suure surve all ning kõrge temperatuuril suureneb tema tugevus veelgi. Surve ja temperatuuri mõjul tiheneb poorne puit kaks ja enam korda.

Pressitud puitu nimetatakse tehnikas plastifitseeritud puiduks ehk lignostooniks — kivipuiduks. Nimetus «lignostoon» tuleneb kahest võõrkeelsest sõnast: ladinakeelsest sõnast «lignum» — «puu» ja ingliskeelsest sõnast «stone» — «kivi».

Lignostoon vajub vees kivina põhja. Ta on peaaegu kolm korda raskem tavalisest puidust ja poolteist korda raskem veest. Lignostooni valmistatakse pressimise teel peasjalikult kase- ja pöögipuidust. Häid tulemusi saavutatakse ka haava-, lepa-, pärna- ja pajupuiduga.

Ristküliku- või ruudukujulise ristlõikega prussikud asetatakse metallist vormidesse, mis pannakse võimsa pressi alla ja hoitakse seal 350—400-atmosfäärilise surve all

160—180-kraadisel temperatuuril poolteist kuni kaks tundi. Lignostooniprussikuid võib kokku liimida suurteks plaatideks, mida on hõlpus saagida, lõigata, freesida ja lihvida.

Lignostoon on halb soojusjuht ja teda töödeldes kuumeneb lõikeinstrument tugevasti. Seepärast valmistatakse vajalikud lõiketerad kõige kõvematest sulamitest ja tugevaimast terasest.

Kivipuidust tehakse kangasüstikuid ja tekstiilimasinate venitamisseadiste võlle, mille valmistamiseks varem kasutati troopikamaades kasvavaid kalleid puiduliike — persimooni-, korneeliuskirsi- ja eebenipuitu.

Lignostoon asendab edukalt mitte ainult kalleid puiduliike, vaid ka värvilisi metalle — pronksi, vaske ja valgevaske; temast valmistatakse kuumvaltsimispinkide laagrikause ja piduriklotse raudteetranspordi vajadusteks. Lignostoonist valmistatud laagrikausid on pronkslaagrikauseidest mitu korda odavamad ja tugevamad; lignostoonipiduriklotsid aga kuuluvad vähem metallpiduriklotsidest ning tõstavad pidurdamisvõimet peaaegu 40 protsendi võrra.

Lignostoonist võib teha ka kombainide osi ja saeraamide juhtsänge lauatehastele. Samuti kasutatakse teda mitmesuguste tööriistade valmistamisel.

Väikeses lihtsa sisseseadega töökojas, kus töötab kõigest kuus inimest, võib aasta jooksul valmistada 75 000 toorikut, millest saab 150 000 laagrikaussi või puksi. Lignostoonist laagreid kasutatakse kitsarööpmelistel veduritel, jõekaatri veovõllidel, kudumismasinatel ja sõetransporditööriidel täiesti töökindlatena. Kaater «Kommunaar» sõitis pressitud haavapuidust laagritega üle kaheksa tuhande kilomeetri, kuna varem kasutatud pronkslaagrid ei pidanud vastu üle kahe ja poole tuhande kilomeetri.

Sverdlovski oblasti Skorodumski metsatööstuskeskuses pidasid kitsarööpmeliste metsaveovedurite uued laagrid vastu üheksa tuhat kilomeetrit, kuna pronkslaagrid langesid rivist välja juba nelja tuhande kilomeetri järel.

Presspuidust laagripuksid on pronkspukside töökindlad asendajad ka laevastikus. Kaspia merel sõidavad juba mitu aastat seitse kalalaeva, millel kasutatakse lignostoonist pukse. Edukalt kasutatakse neid ka Valge mere kalurite mootorpaatidel.

Lignostoonist tooted osutavad hindamatuid teeneid põllumajandusele. Mitmel pool meie maa põldudel töötavad puitlaagritega kombainid. Liivasel pinnasel töötades kulu-

vad viiekorpuselistel atradel ja kultivaatoritel malmist puksid tavaliselt väga kiiresti, samuti murduvad teljed. Malmist pukside asendamisel puitpuksidega väheneb sah-kade telgede kulumine kaks ja pool korda.

Viimastel aastatel on hakatud lignostooni kasutama pal-judeks uudseteks otstarveteks. Temast hakati valmistama pumpade tihendeid ja trammiroobaste aluslappe. Voro-nežis töötab peatrammiliin juba viiendat aastat häireteta lignostoonist aluslappidel, kusjuures liiprid ei purune.

Veelgi laialdasemalt hakatakse presspuitu kasutama uuel viisaastakul.

Suurt kasu toovad presspuidust laagrikausid ja laagrid ehitajatele. Praegu kasutatakse ehitusplatsidel palju mitme-suguseid masinaid ja mehhanisme, mis kergendavad tööliste tööd ning võimaldavad kiiresti ehitada isegi väga suuri hooneid. Ehitajate «mehaaniliste abiliste» hulgas on tähtis koht mördi- ja betoonisegistitel, mille abil valmistatakse lubja- ja tsemendimörte ning betooni. Segistite töötamisel satub pronksist laagrikaussidesse vahetpidamata peent tse-menditolmu, liivateri ja lubjaosakesi, mis teravate nõelteni tungivad metallisse, seda kriimustades ja lihvides. Völl ja laagrikauss kuluvad järk-järgult ja laager langeb rivist välja. Völlli ja laagrikausi vahele tekib pilu, kuhu hakkab tungima mörti. Mörti satub ka masina teistele liikuvatele osadele, neid rikkudes. Puitlaagrid aga kuluvad palju aeg-lasemalt; peale selle tursuvad nad järk-järgulisel kulumisel, nii et laagreis ei teki pilu ja mört ei tungi mördi- või betoonisegisti trumlist välja. Peale selle pehmendavad puitlaagrid masina völliile mõjuvaid tõukeid, mistõttu völli-de eluiga pikeneb.

Nõukogude teadlased on leiutanud viise nii tükki puidu kui ka õhukeste puidulehtede (lehtvineeri) ja puidujäätmete muutmiseks metallide usaldusväärseteks asendajateks.

2. SUURENDATUD TUGEVUSEGA MATERJAL

Vabrikute ja tehaste tsehhides, kus leidub palju masinaid, oli varem alati kohutav kära ning müra. Lärm aga mõjub halvasti töölise närvisüsteemile, nõrgendab tema tähele-panu ja vähendab töövoimet.

Leidurid mõtlesid juba ammu selle üle, kuidas mürateki-tavaid masinaosi panna kätatult töötama.

Siin tulid abiks keemikud. Riidekangas immutati piirituses lahustatud kunstvaiguga (bakeliidiga), kuivatati ja tükeldati. Vaiguga immutatud riidetükkide virn asetati pressi alla. Lülitati sisse kuumutusseade, ja pressi tugeva surve all tekkis uus materjal, mida nimetati tekstoliidiks (ladinakeelsest sõnast «textum» — «kangas», ja kreeka-keelsest sõnast «lithos» — «kivi»). Sellest materjalist valmistatud hammasrattad on terasrattastest viis korda kergemad, peavad palju kauem vastu ja töötavad täiesti käratult.

Riide asemel võib vaiguga immutada ja siis kokku pressida õhukesti puidu- ja paberilehti, millest saadakse kõrgendatud tugevusega plastilisi materjale. Neid nimetatakse kihilisteks plastmassideks.

Viimastel aastatel hakati meil tehnikas laialdaselt kasutama lignofooli (nimetus tuleb ladinakeelsetest sõnadest «lignum» — «puu» ja «folium» — «leht»).

Lignofoolist tehakse laevade veovõllide pukse, rektifikatsiooniparaatide taldrikuid, laagrikausse, käratult töötavaid hammasrattaid, Moskva metroo eskalaatorite trepiastmeid.

Kihilistest puitplastmassidest valmistatud laagrid ja laagrikausid ei vaja õlitamist, neid määratakse veega. Määrdeõli asendamine veega vähendab neis hõõrdumist kuus kuni kaheksa korda. Lignofoolist laagrikausid ei jää tugevuselt maha pronkskaussidest, on aga viimastest mitu korda kergemad.

On teada, et lehtvineer on piki kiudu suurema tugevusega kui risti kiudu. Seepärast laotakse vineerilehed enne vineeritahvliks pressimist üksteise peale nii, et kiud oleksid suunatud vaheldumisi kord piki, kord risti tahvli.

Veelgi suurema tugevuse saavutamiseks laotakse vineerilehed mõnikord nii, et puidukiud asetseksid igas järgnevas lehes eelmisega võrreldes 30—60-kraadise nurga all.

Suurendatud tugevusega kihilisest puitmaterjalist valmistatakse hammasrattaid, plokke, katusesõrestikke.

Kihilisi plastmasse pressitakse mitmekorruseliste hüdrauliliste presside all, mis erinevad tavalistest pressidest sellega, et neil on kahe metallplaadi asemel viisteist kuni kakskümmend plaati. Rõhku tõstetakse järk-järgult 150 kuni 200 atmosfäärini ja temperatuuri 145 kuni 160 kraadini. Mida paksem on kihilisest plastmassist plaat, seda kauemini hoitakse teda pressi all.

Paljudes tehastes kasutatakse praegu materjali kuumutamisel auru asemel kõrgsagedusvoole Stalini preemia laure-

aadi, NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondeeriva liikme V. P. Vologdini poolt väljatöötatud meetodil.

Kuumutamise kõrgsagedusvooludega võimaldab mitmekordselt lühendada tootmistsükli ja saavutada ka kihilise plastmassi ühtlast läbikuumenemist.

Need uued materjalid osutusid asendamatuks ka sõudepaatide, jahtide, väikeste jõe- ja merelaevade ehitamisel.

Šabloonile, millel on tulevase jahtlaeva või sõudepaadi kuju, laotakse mitu kihti kunstvaiguga immutatud lehtvineeri. Šabloon koos sellele asetatud vineeriga tõmmatakse üle kummikattega nagu kohver kaitsekotiga ning paigutatakse siis erilisse katlasse — autoklaavi. Katlasse juhitakse suruõhku, auru ja vett viieatmosfäärilise surve all.

Suruõhk avaldab kummikattele survet ja pigistab vineerilehed šablooni vastu. Prussikutel, millest šabloon on valmistatud, on avad õhu väljaimemiseks. Surve šabloonis langeb. Survete vahe kindlustab materjali hea kokkukleupmise. Tekib tugev kihiline plastmass.

Šabloon tõmmatakse autoklaavist välja. Kummikate eemaldatakse ja šabloonilt võetakse maha juba valmis sõudepaadikere, mis on valmistatud ühes tükis pressituna nagu kreeka pähkli koor. Niisuguseid konstruktsioone nimetataksegi koorikonstruktsioonideks.

Lignofoolist valmistatakse mitte ainult laevade ja jahtide keresid, vaid ka risttallasid ja kaarpuid, samuti veekindlaid vaheseinu, uksi, seinte katepäänele ja dekiluuke.

3. VEEL ÜKS NÕUKOGUDE TEADLASTE VOIT

Paljude aastate jooksul kasutati lehtvineeri tootmisel tekkivaid pisijäätmeid katelde kütmiseks. Nad põletati ära kui kasutatud jäägid.

Nõukogude insenerid-novaatorid, kes väsimatult otsivad ettevõtete sisemiste ressursside ärakasutamise viise, leidsid võimaluse ka neid jäätmeid kasutada.

Leningradi Vineeri Teadusliku Uurimise Instituudi kaastöölised L. A. Demidov, M. K. Levin, O. M. Rumjantseva, I. J. Semjonov ja I. A. Šeidin löid hiljuti vineerijäätmetest uue materjali, mis asendab suurepäraselt terast ja kõige kõvemaid sulameid.

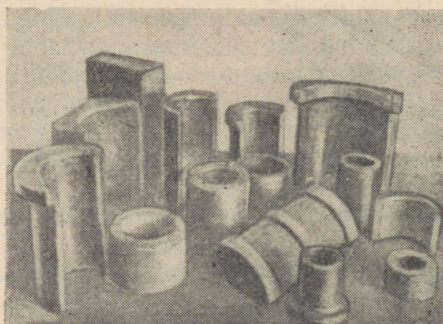
Selle materjali tootmise tehnoloogia väljatöötamisel kasutati kihiliste plastmasside valmistamise põhimõtet, kusjuu-

res tuli kindlaks määrata vaigu täpne doseerimine, kasepuidu kübemetel mõõtmed ja presside töörežiim.

Väikesed vineerilõikmed purustatakse laastukesteks, mis immutatakse vaiguga ja puistatakse pressvormidesse. Puidukübemetel puudub tavalise temperatuuri juures plastilisus; kui aga neid kuumendada 150 kraadini survel 400 kilogrammi ruutsentimeetrile, siis täidavad nad kõik vormi käänakud. Pressvorm asetatakse pressi alla, ja mõne minuti pärast on toode valmis. Saadud detailid ei vaja enam mingit töötlemist — ei treimist ega lihvimist; neid võib otsekohe monteerida masinasse.

Uuest materjalist valmistatud detailidel on ka palju teisi eeliseid. Nad on metalldetailidest kergemad, kuluvad aeglasemalt ja nende soojusjuhtivus on mitu korda väiksem.

1952. a. seati Leningradi kudumisvabrikutes («Krasnõi



Puidukübemetest valmistatud laagrikausid ja -puksid.

Majak», Rezvoostrovskaja- ja Anissimovi-nimeline vabrik) üles uuest materjalist süstikud, mis olid pressitud ühes tükis. Tavalised süstikud ei töötanud üle viiesaja tunni, ühes tükis pressitud süstikud aga pidasid vastu mitu tuhat tundi. Peale selle vähenes puidu kulu süstikute tootmiseks ligi viiskümmend korda.

Meie tehased on juba õppinud tootma uuest materjalist ka ühes tükis pressitud hammasrattaid ja laagrikausse. Taolised hammasrattad on kulumise suhtes malmrattastest kolm korda vastupidavamad. Puidukübemetest laagrikausid on pronksist laagrikaussidest viis korda odavamad ja peavad

palju kauem vastu. Leningradi Karl Marxi nimeline tehas toodab uusi tekstiilimasinaid, mis on varustatud ühes tükis pressitud käratult töötavate hammasratastega.

Puidust laagrite ja teiste keerukate detailide tootmisel osutus väga kulukaks pressvormide valmistamine — see oli palju kallim tooraine maksumusest. Leidurid V. Sagapov, F. Gelfand ja I. Sohrin tegid ettepaneku valmistada kasepuu kübemetest detaile survevalumeetodil.

Valatud puitlaagrid töötavad edukalt juba üle kahe aasta vabrikus «Rabotši» kudumismasinaid ja tehase «Krasnõi Võboržets» lindivaltsimispinkides. Nad täidavad korralikult oma otstarvet ja võimaldavad lisaks sellele suurendada valtsimiskiirust ning vähendada elektrienergia kulu. Mustmetallurgias kasutatakse sadades tööpinkides puidust laagrikausse. Ka trammivagunid liiguvad edukalt puitlaagritel.

Tugevaid puitplastmasse võib valmistada isegi saepurust, mida kuumutatakse vees 3—4 tunni vältel kaheksa-atmosfäärilise surve all 250-kraadise temperatuurini. Kõrge temperatuuri ja surve mõjul puit osaliselt laguneb ning suhkrustub. Temast eralduvad lenduvad ained. Sel kombel ettevalmistatud saepuru, mida nimetatakse presspulbriks, puistatakse pressvormidesse. Vormi mõõtmed ja kuju vastavad valmistatava detaili kujule ja mõõtmetele. Pressvormid paigutatakse pressi ja hoitakse mõni aeg tugeva surve all.

Leiduri — nõukogude inseneri Barkalai — nime järgi hüütakse sel kombel saepurust saadud materjali barkalaiidiks.

Barkalaiit on ühtlane, läikiva musta pinnaga aine, mida on kerge puurida, hõõveldada, liimida, lihvida ja poleerida. Seejuures on aga barkalaiidil iselaadi eriomadus: ta pudeleb kergesti, kui temasse lüüa naelu. Barkalaiidist valmistatakse laualampe, kinoaparatuuri detaile, mõõduriistade osi, tuhatoose, portsigare, raadio-osi; teda kasutatakse ka isolatsiooni- ja vooderdusmaterjalina.

Saepuru tarvitatakse veel teistegi plastmasside tootmiseks. Segatuna fenooliga, steariiniga ja mõnede muude ainetega saadakse saepurust presspulbreid, mis omadustelt ei jää maha puhtkeemilistest plastmassidest, on aga viimastest tunduvalt odavamad. Neist presspulbreist valmistatakse elektriaparaatide ja madalpingeliste elektrimasinate osi, samuti elektri-mõõduriistade ja arvestite montaažiks kasutatavaid kilpe, mis edukalt asendavad marmorplaate.

4. PUIT VAIDLEB TELLISEGA

Uute, puidujäätmetest valmistatud materjalide leiutajad näitasid ka arvukaid võimalusi nende materjalide kasutamiseks. Uute materjalidega hakati asendama mitte ainult metalle, vaid ka mitmesuguseid ehitusmaterjale.

Ühelgi maal maailmas ei ehitata nii palju kui meil. Meie ääretu kodumaa mitmesugustes paikades kasvavad kiiresti linnad ja asulad, tekivad uued vabrikud ja tehased.

Nõukogude riik hoolitseb oma olemasolu esimestest päevadest alates väsimatult töötajate elu, ja esmajoones elamuolustikuliste tingimuste parandamise eest. Igal aastal võetakse kasutusele miljoneid ruutmeetreid uut elamispinda.

Grandioosete ehitusplaanide edukas täitmine meie maal on võimalik ainult standardsete detailide massilise valmistamise ja ehitustööde laialdase mehhaniseerimise puhul. Nõukogude tehased on hakanud tootma paljusid uusi ehitusmaterjale, mis aitavad ehitajatel hiiglahooneid kiiremini ekspluatatsiooni anda.

Viimasel ajal on hakatud ehitustööl laialdaselt kasutama puitkiudplaate, mida toodetakse puidujäätmetest — pindudest, saagimisjäätmetest, okstest, laastudest jne. Kõige sobivamad on kuuse, männi ja lehise jäätmed: neil on pikem kiud kui lehtpuudel.

Peenestamismasinates muudetakse puit väikesteks laastudeks. Laastud puistatakse punkrisse, kust nad laienevad toru mööda satuvad defibraatorisse. Seal kuumutatakse laastud auruga hästi läbi, kusjuures aur tungib puidu kõikidesse pooridesse ja muudab ta pehmeks, soodustades seega puidu kiiret lagunemist üksikuteks kiududeks.

Läbikuumutatud laastud lükatakse konveierile, mis viib nad jahvatuskambrisse. Kiirelt pöörlevad metallkettad hõõruvad seal laastud peeneks, nii et nad muutuvad vati sarnaseks. Laastude kiuliseks puidumassiks muutmise protsessi lõpul lisatakse massile ohtrasti vett. Tekib puder, mida tihendatakse spetsiaalsetes peene võrguga varustatud aparaatides — tihendajates. Tihendatud mass juhitakse segamisebasseini, kus ta segatakse mingi liimiga. Pärast liimitamist liigub mass pika võrguga varustatud masinasse, mis sarnaneb ehituselt paberimasinaga. Võrgule jääb kangakujuline kiht, mis pärast hüdraulilistes pressides pressimist ja kuivatamist lõigatakse plaatideks ketasaagidega varustatud automaatide abil.

T. S. Lobovikov, P. I. Gorski ja S. L. Puškin tegid hiljuti ettepaneku valmistada selliseid plaate raiejäätmetest ja okastest.

1953. aastal töötati Novosibirskis välja uus meetod puitkiudplaatide tootmiseks puidutöötlemistööstuse jäätmetest — hõövlilaastudest.

Laastud puistatakse betoonkasti, mis on täidetud lubja-veega, ja jäetakse sinna mõneks ajaks ligunema. Siis tõstetakse nad suurde katlasse ja kuumutatakse lubjalahuses kaheatmosfäärilise rõhu all neli tundi. Läbikeedetud mass transporteeritakse konveieril veskisse, kus ta peenestatakse ja veega läbi pestakse. Veskest voolab paksu hapukoorega sarnanev mass jagamispunkrisse. Seal valatakse ta lahtivõetavasse vormidesse, mis asetatakse vee väljasurumiseks pressi alla. Siis võetakse plaadid vormidest välja, laotakse puitrestidele ja kuivatatakse kuivatis viie-kuue ööpäeva jooksul.

Ratsionaliseerija A. I. Sabov töötas välja veelgi lihtsama meetodi plaatide valmistamiseks. Hõövlilaastud ja saepuru liimitatakse kastanijahust ja kaseiinist valmistatud liimiga. Liimitatud mass pritsitakse üle formaliiniga ning paigutatakse siis vormidesse, mis kaetakse laudadega ja pannakse poolteiseks ööpäevaks pressi alla. Pressitud plaate kuivatatakse vabas õhus katuse all või virnades. Sellised plaadid ei tõmbu kaardu isegi aasta pärast.

Meie tehased valmistavad mitmesugust tüüpi puitkiudplaate — pehmeid, poolkõvu ja täiesti kõvu. Ka nende mõõtmed on mitmesugused: paksus 3—25 millimeetrit, pikkus 2700—5600 millimeetrit ja laius 800—1200 millimeetrit.

Erinevalt tükis puidust on need plaadid ühtlase ehitusega, kiud põimuvad neis mitmes suunas. Seetõttu on puitkiudplaadid palju tugevamad tavalistest laudadest. Nad imavad halvasti niiskust ega pragune niiskumisel ja kuivamisel.

Puitkiudplaatide kõige väärtuslikumateks omadusteks on aga hea helineelavus ja halb soojusjuhtivus. Seetõttu kasutatakse neid laialdaselt elumajade ja ühiskondlike hoonete ehitamisel seinte soojusisolatsiooniks ja sisemisteks vooderdustöödeks, katuste soojapidavuse tõstmiseks ja korruste vahelagede heliisolatsiooniks. Väikese toa seinte katmiseks ei kulu üle kahe-kolme plaadi.

Soojapidavuse saavutamiseks on parem kasutada peene-poorilisi plaate, sest seal on poore täitev õhk väiksema lii-

kuvusega ja moodustab soojuste levimise teel tugevama «vaheseina» kui suurte pooride puhul. Heliisolatsiooniga on lugu vastupidine: masinakirjabüroode ja raadiostuudiote seinte vooderdamiseks on parem võtta jämedapoorilised plaadid.

Seintele, laele ja põrandale langevad häälelained neelduvad nagu valguskiiredki ainult osaliselt, osalt aga peegelduvad tagasi. Mida suuremad on poorid, seda rohkem neeldub heli.

Puitkiudplaadid kinnitatakse seintele, lagedele ja põrandatele väga lihtsalt — liimi või naelte abil.

Plaat võib valmistada igas värvitoonis. Neid saab hästi värvida mitmesuguste õli-, liimi- ja kaseinvärvidega. Prof. N. J. Soletšnik töötas välja uued plaatide viimistlemise meetodid, mille järgi viimistluskiht kantakse plaadile selle valmistamisprotsessis. Puitkiudplaat saab valmistada siledatena kui ka mitmesuguste sissepressitud mustritega, mis imiteerivad šagräännahka jne.

Mitmesuguse muustriga plaat kasutatakse laialdaselt raudteevagunite, samuti aurikute ja mootorlaevade kajutite seinte vooderdamiseks ja teatridekoratsioonide valmistamiseks.

Iga aastaga suureneb üha enam puitkiudplaatide tootmine. Neid hakatakse rahvamajanduses järjest ohtralt tarvitama. Juba praegu toodetakse aastas miljoneid ruutmeetreid puitkiudplaatide. Eesti NSV metsatööstuskeskused saavad raiejäätmete ümbertöötamisest plaatideks kümnetesse tuhandetesse rubladesse ulatuvat tulu. Metsakeemia-tehas, mis varub aastas 150 000 tihumeetrit puitu, võib anda kuni 840 000 ruutmeetrit puitkiudplaatide aastas.

Niisiis, tänu nõukogude teadlaste ja leidurite loovale tööle, hakkas puit edukalt asendama metalle ning ehitusmaterjale.



Seitsmes peatükk

PUIDUJÄÄTMED RAHVAMAJANDUSE TEENISTUSES

1. SUHKRUT JA PIIRITUST SAEPURUST

Leningradi kauges äärelinnas voolab väike jõeke Jekaterinhofka. Linna asutamisest möödunud kahe ja poole sajandi jooksul kerkisid tema kallastele mitmesugused tehased. Nende hulgas oli naha-, seebi- ja liimivabrikuid.

Kolmekümnendatel aastatel hakati ühele Jekaterinhofka kaldal asuvale tühjale maatükile ehitama uut seninähtamatut tehast.

Ehitusplatsile sõitis tihti Sergei Mironovitš Kirov. Ta tundis elavat huvi, kuidas areneb selle ebatavalise tehase ehitustöö, mida kõik Leningradi tehased jõudumööda abistasid. Ehitus toimus kiirendatud tempos.

Ehitatavas tehases kavatseti hakata tootma viinapiiritust mitte kartulist või rukkist, vaid saepurust ja puidujäätmetest. Nõukogude insenerid ja töölised pidid ellu rakendama meie teadlaste julged ideed, kes olid juba ammu juurelnud, kuidas toota piiritust materjalist, mis ei kuulu toiduainete hulka. Teadlaste erilist tähelepanu kõitis puit. Puidu peamise koostisosana — tselluloosi — moodustavad süsivesikud. Need on suhkrutaolised ained, mis aga ei ole kõlblikud toiduks.

Oli märgatud, et ained, mis sisaldavad suurel hulgal tselluloosi (lina, puuvill, paber), suhkrustuvad väävelhappe mõjul; tselluloos muutub seejuures viinamarjasuhkruks — glükoosiks.

1811. aastal sai vene teadlane Konstantin Kirchhoff esimesena teaduse ajaloos sajast osast tärglisest nõrgas vää-

velhappes keetmise teel 75 osa glükoosi. Tärklis, glükoos ja tselluloos on lähedased «sugulased». Kõik nad on süsivesikud.

Taimedes muutub suhkur pidevalt tärkliseks ja tselluloosiks. Tärklis koguneb juurtesse, mugulatesse ja seemnetesse. Kevadel muutub ta uuesti suhkruks, mis omakorda moodustab taime kasvavates pungades tselluloosi. Sellel põhineb tärklise ümbertötamine tärklisesiirupitehastes.

Tselluloos aga muutub isegi hapete toimel väga visalt suhkruks. Selleks tuleb puitu kuumutada hapete lahustes 180—200 kraadini. Suhkur, mis saadakse puidu töötlemisel hapetega, kääritatakse pärmi abil alkoholiks. Niisugust tselluloosi suhkrustamise ja puidu lagundamise protsessi nimetatakse hüdrolüüsiks.

Kirchhoffi avastus andis tõuke otsingutele, mille eesmärgiks oli leida mitmesuguseid meetodeid süsivesikute — esmajärjekorras puidutselluloosi suhkrustamiseks. Kuid vene teadlaste saavutusi sel alal ei kasutatud tsaari-Venemaa tööstuses.

1898. aastal ehitas O. K. Giller-Bombin Arhangelskis väikese pooltööstusliku seadme, mille abil saepurust saadi alkoholi. Kuid revolutsioonieelsel Venemaal hüdrolüüsitööstus ei arenenud, sest selleks polnud tingimusi. Alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni loodi meie maal võimas hüdrolüüsitööstus.

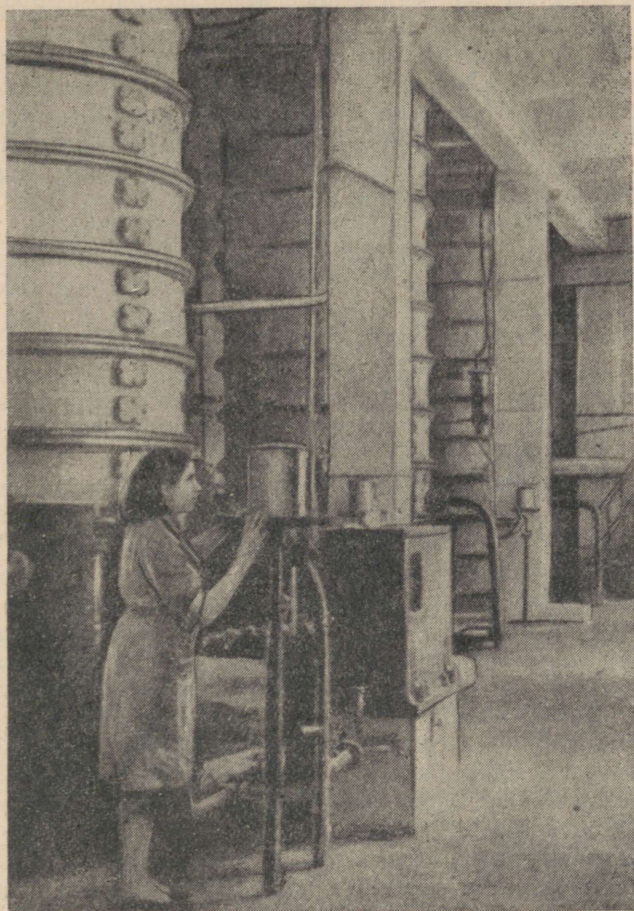
Töid puidu suhkrustamiseks alustas 1931. aastal rühm S. M. Kirovi nimelise Metsatehnilise Akadeemia töötajaid professor V. I. Šarkovi juhtimisel. Kolme aasta pärast saadi Tšerepovetski katsetehases juba saepurust alkoholi.

Möödus veel kaks aastat, ja tehas Jekaterinhofka ääres — meie maa hüdrolüüsitööstuse esiklaps — hakkas puidust tootma tuhandeid liitreid alkoholi.

Tehase kollektiivil tuli ületada palju raskusi, enne kui õnnestus hüdrolüüsi piirituse tootmisprotsessist kõrvaldada häired. Tuli õppida reguleerima suhkrustamise protsessi, leida vahendeid aparatuuri kaitsmiseks sööbivatest hapetest tekkiva korrosiooni vastu, töötada välja puidu lõppjäägi — ligniini eraldamise meetod. Töölise, inseneride ja teadlaste üksmeelsete jõupingutuste tulemusena loodi esmaklassilise tehnikaga varustatud tehas.

Viisaastakute jooksul ehitati hüdrolüüsitehaseid meie maa mitmesugustes rajoonides. 1941. aastal hakkas tööle Arhan-

gelski hüdrolüüsitehas. Palju uusi kaitisi ehitati Suure Isa-
maasõja aastatel Uraalis ja Siberis.



Arhangelski hüdrolüüsitehase regenererimistsehh.

Käesoleval ajal on Nõukogude Liit hüdrolüüsiipiirituse
tootmise alal maailmas esikohal.

1941. aasta sügisel ümbritsesid saksa fašistlikud väed
Leningradi tiheda blokaadirõngaga. Enamik Leningradi

hüdrolüüsitehase töölisi, tehnikuid, insenere ja teenistujaid läks rindele kaitsma oma kodulinna julma ning salakavala vaenlase vastu. Tehasesse jäi käputäis inimesi, kes määratu suure kangelaslikkusega talusid kõiki blokaadiraskusi, valmistades rindele vajalikku toodangut.

Fašistid tulistasid Leningradi peaaegu iga päev raske- relvadest. Linna kohale ilmusid tihti lennukid, mustade ristidega tiibadel. Vaenlase mürskudest ja pommidest sai sõja ajal tugevasti kannatada tehase peakorpus ja teised ehitused.

27. jaanuaril 1944 murdsid Leningradi rinde kuulsusrikkad väed blokaadi läbi ja purustasid saksa fašistlikud anastajad, kes olid kindlustunud Leningradi lähistel.

Vaevalt olid kogupaugud suurtükkidest ja pommiplahvatused jõudnud vaikida, kui tehase väike, kuid sõbralik kollektiiv asus energiliselt oma kaitist taastama. Ööd kui päevad kees töö tehase territooriumil ja tsehhides.

Leningradi hüdrolüüsijate ennastsalgav töö võimaldas lühikese ajaga ravida tehasele sõja poolt löödud rasked haavad. Juba 1945. aasta lõpul hakkasid tehase korstnad uuesti suitsema.

Nõukogude hüdrolüüsitööstuse esiklaps andis kodumaale kahekümne aasta jooksul neli miljonit dekaliitrit piiritust. Et toota sellist piirituse hulka teraviljast, oleks seda kulunud kümme miljonit puuda.

Kuid nõukogude inimesed pole harjunud rahuldumisa saavutatuga. Hüdrolüüsikäitiste töölised, tehnikud ja insenerid töötavad pidevalt ning visalt tehnoloogiliste protsesside täiustamisel, seadmete tootlikkuse tõstmisel, toodangu hulga suurendamisel.

Etüülalkoholi tootmine hüdrolüüsitatehastes kasvas 1955. aasta lõpuks 1950. aastaga võrreldes peaaegu kaks ja pool korda. Kuid juba 1956. aastal suurenes see 1955. aastaga võrreldes veelgi 30 protsendi võrra.

Puidujätmetest piiritust tootvad hüdrolüüsitööstuse ettevõtted säästavad riigile igal aastal sadu tuhandeid tonne leivavilja ja miljoneid tonne kartuleid.

Hüdrolüüsitatehastesse tuuakse pargastel, raudteevagunites ja autodega pinde, hõövlilaaste ja saepuru. Mõnikord saabub ka ehituseks kõlbmatuid palke. Peenestamismasinates muudetakse need peenikesteks laastudeks ja puistatakse pidevalt liikuvale transportöörile. Peenestatakse ka pinnud. Transportöör viib laastud hiiglasuurtesse autoklaavidesse, mis neelavad ühe korraga mitukümmend kuup-

meetrit laaste ja saepuru. Peenestatud puit valatakse üle nõrga väävelhappelahusega. Autoklaavides rõhu all ja kõrgel temperatuuril puit suhkrustub. Vähesel happelisandiga suhkrulahust töödeldakse neutralisaatorites lubjaga. Pärast seda juhatakse lahus läbi settimispaakide, jahutatakse käärimestemperatuurini (30—32 kraadi) ja pumbatakse käärimestörtesse, kus lahusele lisatakse pärmiseeni. Mõne tunni jooksul muudab pärm suhkru alkoholiks.

Ühest tonnist normaalse niiskusega (45—50%) saepurust võib saada sama palju piiritust kui tonnist kartulitest või 300 kilogrammist rukkist. Puidujäätmetest, mis tekivad ühelt hektarilt saadud metsamaterjali koguse (umbes 150 tihumetri) ümbertöötamisel, saadakse umbes 1200 liitrit piiritust.

Väike kahe saeraamiga lauatehas võib aasta jooksul anda saepuru miljoni liitri piirituse tootmiseks.

Teatavasti on saepurul ja peenikestel laastudel väike puistemahukaal; ühe tonni kuiva saepuru (või laastude) ruumala on 5,5 kuupmeetrit. Seepärast on nende transport seotud teatud ebamugavustega. Arhangeliski hüdrolüüsitehases tehti katseid saepuru brikettimiseks. Saepuru pressiti kokku 80-atmosfäärilise surve all ja saadi 300-grammised briketid. Seejuures suureneb saepuru mahukaal viis-kuus korda. Saepuru brikettimist võib organiseerida igas tehases, kus leidub puidujäätmeid. Kasutada võib iga liiki presse — mehaanilisi, hüdraulilisi kui ka elektrilisi. Saepurbrikette on tavalisest saepurust palju lihtsam transportida, samuti vähenevad transpordikulud. See suurendab ühtlasi hüdrolüüsitehaste tootlikkust ning vähendab happe, auru ja lubja kulu.

Piiritust kasutatakse ammust ajast alkoholsete jookide, ravimite ja raviminttuuride, lakkide ja polituuride valmistamiseks. Kaasajal on piirituse tehniline kasutamine mõõtmatult laienenud. Ta on vajalik laskemoona ja paukelavhõbeda, kunstiidi ja kinolindi, purunemiskindla klaasi ja kunstnaha tootmiseks. Piiritust kasutatakse isegi bensiini asemel kütusena. Kuid kõige rohkem vajatakse teda kunstliku kautšuki tootmiseks akadeemik S. V. Lebedevi meetodil.

Ühe tonni sünteetilise kautšuki valmistamiseks vajatakse 2,2 tonni piiritust. Sellise piiritusekoguse võib saada 8 tonnist teraviljast, 24 tonnist kartulitest või 12 tonnist kuivast saepurust.

Juba 1934. aastal otsustas partei XVII kongress laiendada

piirituse valmistamist saepurust ja puidujäätmetest, märkides, et piirituse tootmine toiduainete hulka mittekuuluvast toormaterjalist on suure rahvamajandusliku tähtsusega.

NLKP XX kongressi direktiividega käesoleva viisaastaku kohta on kindlaks määratud hüdrolüüsitööstuse tunduvalt suurem kasv: 1960. aastal suureneb piirituse tootmine 1955. aastaga võrreldes 2,3 korda.

Lähematel aastatel Arhangeliski oblastis, Karjala ANSV-s, Krasnojarski kraisis ja Nõukogude Liidu teistes metsarikastes piirkondades toimuv lauastehaste edasine laiendamine loob hüdrolüüsitööstusele soliidse toorainebaasi, mida võib veelgi suurendada.

2. JÄÄTMEDE IMELISED METAMORFOOSID

Saepurust, laastudest ja pindudest võib hüdrolüüsitehastes saada mitte ainult viinapiiritust, vaid ka palju muid väärtuslikke tooteid: vedelat süsihappegaasi, furfurooli, toidupärmi, ligniini jne.

Süsihappegaasi vajatakse suurtes kogustes gaseeritud vee ja karastavate jookide valmistamiseks. 73-atmosfäärilisel rõhul ja 31-kraadisel temperatuuril muutub ta vedelaks. Kui vedel süsihappegaas balloonist kiiresti välja valada, muutub ta valgeks kõvaks massiks, mis sarnaneb lumega. Tahket süsihappegaasi kasutatakse «kuiva jää» nime all jäätise tootmisel, samuti ka kiiresti riknevate toiduainete transportimisel.

Värske leiva lõhnaga värvitud õlitaolist vedelikku — furfurooli — tarvitatakse laialdaselt rahvamajanduses. Naftatööstustes kasutatakse teda määrdõlide, toiduainetetööstuses — rasvade puhastamiseks. Furfurooli kasutatakse kampoli, lakkide ja plastmasside tootmisel. Temast saadakse fumaarhapet, mis asendab sidrunihapet kondiitritööstuses. Furfurool kuulub kunstlike parkainete (süntetiliste tanniinide ehk parkhapete) koosseisu. Furfurooli kasutatakse ka kõrsviljade ja suhkrupeedi seemnete puhtimiseks.

Hiljuti sai grupp Läti NSV Teaduste Akadeemia teaduslikke töötajaid S. A. Gilleri juhtimisel furfurooli baasil mitmeid väärtuslikke meditsiinilisi preparaate. Üle kümne aasta on kogu maailmas tuntud furatsiliin, mida samuti saadakse furfuroolist ja mida kasutatakse haavade ja põletushaavade parandamiseks, samuti angiini ja mõne muu haiguse ravimiseks.

Puidu hüdrolüüsimisel tekkivat jääki — ligniini — saab samuti mitmel viisil kasutada. Teda lisatakse savile poorsete telliste tootmisel, kasutatakse plastmasside ja soojusisolatsiooniplaatide valmistamisel, klinkri jahvatamisel tsemenditehastes ja täidismaterjalina kummitööstuses. Ligniini valmistatakse ka aktiivsütt, millel on parem absorptsioonivõime kui tavalisest puusöest saadaval aktiivsöel. Kuivatatud ligniini kasutatakse edukalt kütusena; ta pressitakse briketiks, millel on kõrge kütteväärtus — üle 6000 kilokalori kilogrammi kohta.

Ühest tonnist absoluutselt kuivadest puidujäätmetest võib hüdrolüüsimisel saada umbes 180 liitrit puhast etüülpiiritust, 70 kilogrammi vedelat süsihappegaasi, 9 kilogrammi furfurooli, 40 kilogrammi valgupärmi, 7—8 kilogrammi muid keemiasaadusi ja 300 kilogrammi ligniini.

Ka tselluloosi- ja paberitööstuse jäätmed on nüüd tähtsaks tooraineallikaks paljude väärtuslike keemiasaaduste tootmisel.

Sulfittselluloosi saamisel tekib katlas hapu maitsega pruunikas vedelik, millel on väävlisgaasi lõhn. Tehnikas nimetatakse seda vedelikku sulfitleeliseks. Ta sisaldab peaaegu 50 protsenti puidus leiduvatest mitmesugustest väärtuslikest ainetest, mis lahustusid keetmisprotsessis.

Pärast keetmise lõppemist puhutakse katla sisu kurnadesse — suurtesse restitaoliste põhjadega reservuaaridesse. Sulfitleelis juhitakse toru kaudu eemale, järelejäävat tselluloosi aga uhetakse veega.

Kaua aega juhiti sulfitleelis kui kasutu jääk tselluloosi- ja paberikombinaatide läheduses voolavatesse jõgedesse, kuigi ta oleks võinud olla kasulikuks tööstuslikuks tooraineks. Selle pruuni halvasti lõhnava vedeliku igast kuupmeetrist võib saada 5—6 liitrit puhast viinapiiritust, 8—9 kilogrammi toidupärmi, 100 kilogrammi vormiliimi.

Nõukogude keemikud töötasid esimesena maailmas välja sulfitleeliste kompleksse töötlemise meetodi, mis võimaldab ära kasutada kõik nendes sisalduvad kasulikud ained.

Sulfitleelis saadetakse tselluloositehase keetmistsehhist piiritusevabrikusse, kus teda töödeldakse lubjaga, sest hapus vedelikus ei saa pärmiseened paljuneda. Neutraliseeritud ja puhastatud leelist kääritatakse tõrtes pärmi abil. Käärinud leelis, mida nimetatakse meskiks, juhitakse destillatsiooniparaati.

Kõrgetes metallsilindrites toimub piirituse destilleerimine ja puhastamine. Vedelikku, mis jääb järele pärast piirituse eraldamist, nimetatakse bardaaks.

Bardaad jahutatakse, töödeldakse lubjapiimaga ja filtree-ritakse. Filtritest voolab läbipaistev vedelik torusid mööda spetsiaalsetesse tõrtesse — inokulaatoritesse, kus kasvavad pärmiseened. Inokulaatoritest juhitakse bardaa koos pärmi-seentega separaatorisse, kus pärm eraldatakse. Hiljem pärmi kuivatatakse ja pressitakse.

Viiendal viisaastakul kasvas toidupärmi tootmine 1950. aastaga võrreldes ligi neli ja pool korda. Ka käesoleval viisaastakul tuleb selle tootmist tunduvalt suurendada.

Soovides anda oma panuse kuuenda viisaastaku ülesannete edukaks täitmiseks, pöördusid Kanski hüdrolüüsi-tehase töötajad üleskutsega kõigi hüdrolüüsitöös-tuse töötajate poole, kutsudes neid osa võtma sotsialist-likust võistlusest. Üleskutse esitajad andsid sõna toota 1956. aastal üle plaani sada tonni toidupärmi. 1956. aastal organiseeriti ka Viktor Kingissepa nimelises Tallinna Tselluloosi- ja Paberikombinaadis esmakordselt sulfitee-lisest pärmi ja piirituse tootmine.

Bardaajääkidest toodetakse vormiliimi. Detailide vormi-misel valutsehhdides kasutatakse tihti valukärne, mis paigu-tatakse kohtadesse, kus valmisvalatisse peavad jääma tühi-kud või süvendid. Kärnid valmistatakse puhtast liivast, millele mõnikord lisatakse veidi savi. Et liivast kärn kuiva-misel ei mureneks, lisatakse liivale nn. vormiliimi — mingit kleepainet: dekstriini, värnitsat, siirupit.

Bardaast saadav vormiliim on heade kleepivate omadus-tega. Bardaa iseenesest ei ole veel sideaine. Selleks, et bardaa suudaks liivaosakesed tugevasti kokku kleepida, tuleb suur osa temas sisalduvast niiskusest välja auru-tada.

Bardaad aurutatakse paljukorpuselistes aparaatides (patareides). Pärast pärmiseente kasvatamist pumbatakse bardaa patarei esimesse korpuse, kust ta vähehaaval voo-lab teise, kolmandasse ja neljandasse korpuse. Auruta-mine lõpetatakse, kui kuivainete sisaldus on tõusnud 50 protsendini.

Peale vedelate vormiliimide toodavad tehased ka tahkeid valukontsentraate. Selleks aurutatakse bardaad nii, et temas oleks 75 protsenti kuivainet.

Viimasel ajal on bardaakontsentraatidele leitud uusi

kasutusalasid: neid tarvitatakse naftapuuraukude seinte kindlustamiseks ja söebriketi immutamiseks.¹

Sulfitleelistest saadakse ka parkaineid. Puidus sisalduv ligniin satub keetmisel lahusesse ja reageerib seal leiduva happega, seejuures tekib lignosulfoonhape, mis kõlbab hästi naha parkimiseks. Selle happe eraldamine sulfitleelistest ei valmista erilisi raskusi.

Sulfitleelis pumbatakse keetmiskateldest torude kaudu paakidesse, töödeldakse seal soodaga, kuumendatakse ja filtreeritakse. Saadud läbipaistev vedelik sisaldab väga vähe lignosulfoonhapet, mistõttu teda aurutatakse ja siis jahutatakse. Kaltsiumsulfaat sadestub, kuna lahusesse jääb järele puhas parkhape. Seda lahust, mis kujutab endast kunstlikku parkimisekstrakti, kasutatakse naha parkimiseks segatuna loomulike parkainetega; tavaliselt ei lisata teda seejuures üle 30 protsendi.

Ka sulfaattselluloosi tootmisel — männipuidu keetmisel leelistega — saadakse väärtuslikke keemiatoteid: sulfaatseepi, tärpentini, metüülpiiritust.

Nõukogude insenerid ja leiutajad otsivad pidevalt sulfitleelistele uusi kasutusalasid. I. I. Gribanov, V. S. Tšujenkov ja M. N. Stepanov töötasid välja uue liimimassi tuletikkude tootmiseks; see koosneb sulfitpiirituse bardaast, kaoliinist ja kondiliimist. Novaatorite ettepanek võimaldab lihtsustada tuletikkude tootmist ja tikumassi koostisest välja jätta kalli tiseriliimi.

Sulfaatseep, mida võib saada kuni 50 kilogrammi ühe tonni männipuutselluloosi kohta, tekib leelise ja okaspuidus sisalduvate vaikude ning rasvade vastastikusel reageerimisel. Sulfaatseepi lisatakse vähesel hulgal tuumseebile selle kvaliteedi parandamiseks; samuti kasutatakse teda maakide rikastamiseks.

Sulfaatseebist saadakse veelgi väärtuslikumat ainet — tallöli, mida kasutatakse määrdeainete tootmiseks ja pehmendajana kummi ning tselluloosilakkide valmistamisel.

¹ Bardaad kasutatakse ka tsemenditööstuses. Lisades portlandtsemendile jahvatamisprotsessis 0,15% bardaad, saadakse nn. plastifitseeritud portlandtsement, mis parema voolavuse tõttu hästi sobib armeeritud raudbetooni valmistamiseks. Bardaad lisatakse mitmetes tsemenditehastes ka lobrile — toorainemördile, millest põletatakse tsemendiklinkrit. Bardaa lisamine annab lobrile vajaliku voolavuse suhteliselt madalama niiskusesisalduse juures. Väiksem niiskusesisaldus omakorda võimaldab klinkri põlemisel kokku hoida kütust. *Tõlk.*

Sulfaatseebist saadakse veel tahket kristalset nõrga kollaka värvusega ainet — fütosteriini. Viimast tarvitatakse kreamide, isolatsioonpaberi ja meditsiiniliste preparaatide valmistamiseks; temast toodetakse ka rahhiidivastaseid vitamiine ja salve ekseemi ravimiseks.

Tonni männitselluloosi kohta saadakse 8 kuni 16 kilogrammi tärpentini; selle puhastamisel eraldatakse väävlisühendite segu, mida nimetatakse sulfaaniks.

Arhangelski Metsatehnilise Instituudi teaduslikud töötajad dotsent B. D. Bogomolov, V. S. Kaminski ja A. A. Sokolova koos Segeža Tselluloosi- ja Paberikombinaadi töötajate I. I. Efiševi, A. V. Prohhorovi ja teistega leidsid sellele tootmisjärgile tähtsa kasutusala.

Looduslik gaas, mida kasutatakse majapidamises, on lõhnatu. Seepärast on raske avastada selle tungimist ruumidesse, kui torud on juhuslikult saanud vigastada. Väike lisand sulfaani aga annab gaasile terava, ebameeldiva lõhna. Tonni tselluloosi valmistamisel võib saada üle ühe kilogrammi niinimetatud odorant-sulfaani — gaasi «lõhnastamise» vahendit.

Veel hiljuti lauatehaste ja mööblivabrikute territooriume ummistavate puidujäätmete, samuti jõgesid ja veekogusid reostavate tselluloosi- ja paberikombinaatide tootmisjäätmete laialdane ära kasutamine kinnitavad hiilgavalt Karl Marxi tähelepanuväärseid sõnu: «Kõige eredamaid näiteid tootmisjäätmete ära kasutamise kohta esitab keemiatööstus, mis tarvitab ära mitte üksnes omaenda poolt tekitatud jäätmed, leides neile uusi kasutusvõimalusi, vaid ka teiste, kõige erinevamate tööstusharude jäätmed.»

Tootmisjäätmete kompleksne ära kasutamine võimaldab vabastada rahvamajanduse tarbeks miljoneid tonne toorainena kasutatavaid toiduaineid ja anda rahvale sadu tuhandeid tonne mitmesuguseid väärtuslikke keemiasaadusi.

3. LÖHNAÖLISID JA PÄRMI OKASTEST

Heledalt lööb raielangil loitma lõke, kui sinna heita nuluoksi, sest nulu kooses ja okastes, samuti nagu paljude teiste taimede rakkudes, leidub lõhnavate ainete — eeterlike õlide mikroskoopilisi piisku või tilgakesi. Eeterlikud õlid on kergesti lenduvad. Nende üliväikesed osakesed hajuvad õhku ja täidavad selle meeldiva aroomiga. Eeterlikel

õlidel on väga tugev lõhn: ämbritäie vee lõhnastamiseks jätkub kahest-kolmest piisast.

Taimed sisaldavad eeterlikke õlisid mitmesugusel hulgal, kuid üldiselt äärmiselt väikestes kogustes. Et saada kilogramm eeterlikku õli, tuleb ümber töötada sadu kilogramme taimede õisi, lehti, oksi, vilju või juuri. Tuhandest roosist saadakse vaid 100 grammi roosiõli, mis seetõttu ongi erakordselt kallihinnaline. Isegi ühe kilogrammi palju odavama männiõli saamiseks kulub terve koorem männioksi.

Inimesed õppisid väga ammu eraldama taimedest lõhnaained ning kasutama neid lõhnaõlide, lõhnavate essentside ja aromaatsete salvide valmistamiseks. Meie ajal kasutatakse hulgaliselt lõhnaaineid mitte ainult parfümeeriatootuses, vaid ka viinade, likööride ja kondiitrisaaduste tootmisel. Paljudel eeterlikel õlidel — eriti tärpentini- ja nuluõlil — on suur tähtsus tänapäeva tehnikas. Neist valmistatakse kamprit, mida vajavad nii arstid kui ka tselluloidi tootmiseks keemikud.

Nuluõli tootmisege tegelevad Nõukogude Liidus laialdaselt töönduskooperatsioonide artellid. Gorki oblastis, Siberis ja Uraalis leidub palju väikesi käsitööstuslikke ettevõtteid, mis kasutavad toorainena siberi nulu okkaid. Taoline «tehas» on väike kaheks osaks jagatud tare. Ühes osas asetseb keeduanum — rauast silindriline katel, mis on paigutatud tellismüüritisse, teises aga suured puust aurutustõrred (kõrgusega kuni 2,5 ja läbimõõduga umbes 2 meetrit).

Peened okastega kaetud nuluoksad paigutatakse aurutustõrde, mis suletakse tihedalt kaanega. Keeduanumast juhatakse toru kaudu aurutustõrde aurujuga, mis siseneb tõrde altpoolt (läbi «valepõhja»), eraldab okstest eeterliku õli ja viib selle kaasa jahutisse, mis on enamasti spiraalkujuline. Jahutis tihenevad õli- ja veeaur vedelikuks. Õli eraldatakse veest spetsiaalsetes anumates ja kogutakse siis klaaspudelitesse. Lõplikuks puhastamiseks filtreeritakse eeterlik õli kaks-kolm korda läbi vati, et eraldada sealt juhuslik prügi ja mustus.

Kirjeldatud «tehased» on ehituselt lihtsad ning odavad. Nende seadmed tasuvad oma väärtuse kolme-nelja aastaga, kuid on väikese tootlikkusega — kolm kuni viis tonni nuluõli aastas. Pealegi saab eeterlikku õli okastest kätte ainult osaliselt.

Praegusel ajal ehitatakse suuremaid tehaseid, mis too-

davad kuni 30 tonni õli aastas. Neis on mitu aurutustõrt, mis ühendatakse patareiks. Aur läbib tõrred järjekorras, millega saavutatakse eeterlike õlide saagise suuremine.

Nuluõlil on suur tööstuslik väärtus. Kuid nulg esineb meie metsades harva suurte puistutena; enamasti kasvab teda vähearvuliselt teiste puude hulgas. See raskendab nuluokste massilist ümbertöötamist. Kolme-nelja aastaga suudab tehas ära kasutada kõik lähedaste metsade nuluoksad. Nende vedu kaugelt pole aga majanduslikult tasuv.

Teine lugu on kuuse- ja männiokastega, mille varud on ammendamatud. Ühelt okaspuumetsa hektarilt, kus kasvab sada tihumeetrit puitu, võib koguda viis tonni männi- ja üheksa tonni kuuseoksi.

Arhangelski oblastis, kus üle 90 protsendi metsadest koosnevad kuuskedest ja mändidest, võib aastas koguda sadu tuhandeid tonne oksa.

Üle kahekümne aasta toodetakse meil peentest okaspuuokstest eeterlikku männiõli ja männiekstrakti. Nagu nuluõli, nii saadakse ka männiõli puuokaste töötlemisel auruga. Eeterliku õli väljautmisel jääb katlasse tumepruun meeldiva, magusavõitu lõhnaga vedelik. Seda aurutatakse veel pisut ja kasutatakse männiekstrakti nime all arstiteaduses ravivannideks.

Töödeldud okkad visati varem ära või põletati. Nõukogude teadlased aga leidsid viisi ka töödeldud okaste kasutamiseks. 1931. aastal lasti Tihvini tehases käiku seade, mis okkad täielikult ümber töötab. Pärast õli destilleerimist ning männiekstrakti väljalaskmist puistatakse okkad raudtrumliisse, kus asetseb teravate hammastega võll. Okkad lõhestatakse peenteks kiududeks, mis hiljem kuivatatakse. Saadud materjali kasutatakse madratsite, kušettide, diivanite jne. täiteks.

Okkastest võib saada ka söödapärmi, mis sisaldab 45—50 protsenti assimileeritavat valku, 20—30 protsenti süsivesikuid ja 3—3,5 protsenti rasva ning väärtuslikke vitamiine.

Söödapärmi tootmine ei nõua erilisi kulutusi. Seda kasvatatakse vees, milles aurutati okkaid eeterliku õli eraldamisel. Saadud pärm pressitakse, kuivatatakse ja pakitakse nagu tavaline pärm. Söödapärmil on põllumajanduses suur tähtsus. Ta võimaldab arendada loomakasvatust, eriti põhjarajoonides, kus annab end tunda söödapuudus.

Toidu- ja Maitseainetetööstuse Teadusliku Uurimise

Keskinstituut korraldas sigade ja vasikate nuumamise katsed söödapärmiga. Mitme kuu jooksul lisati sigade päevasele toiduportsjonile kuni 500 grammi ja vasikate toidule kuni kilogramm kuiva pärimi. Sigu ja vasikaid kaaluti iga päev, kusjuures selgus, et saja kilogrammi eluskaalu kohta võtsid sead ööpäevas juurde 1,64 kilogrammi ja vasikad 0,78 kilogrammi.

«Okka»-pärimi võib kasutada ka inimeste toiduks, kuivõrd ta sisaldab peaaegu 50 protsenti meie organismi poolt omastatavaid valke. Neid võib pärmikontsentraatide või pärimijahu kujul lisada mitmesugustele kondiitrisaadustele.

Viimastel aastatel töötasid nõukogude teadlased välja meetodid, kuidas saada okastest veelgi väärtuslikumaid aineid — vitamiine.

4. IMEAABITS

Nagu müürsepp ehitab üksikutest tellistest maja, ehitab ka meie organism oma keha, taastab hävinud kudesid, kasutades selleks üksikuid keemilisi aineid, mis kuuluvad toidu koostisse — rasvu, süsivesikuid ja valke.

Inimesed ja loomad kulutavad tähtsamate organite — südame, aju, kopsude tööks teatud hulga energiat. Organismile elu säilitamiseks vajalik energia vabaneb toidu ümbertöötamisel.

«Kütteks» on rasvad ja süsivesikud — suhkur ja tärklis. Valgud on peamiselt «remondimaterjaliks» — nad taastavad hävinud rakke, uuendades organismi.

Ühe grammi süsivesikute või valgu «põletamisel» organismis vabaneb neli kilokalorit (suurt kalorit), ühe grammi rasva «põlemisel» aga üheksa kilokalorit soojust. Teadlased arvestasid täpselt välja, kui palju kaloreid on vaja meie organismi normaalseks tööks: täiskasvanud inimene vajab kolm tuhat kilokalorit päevas.

Sõltuvalt toidu liigist on valkudel ja rasvadel mitmesugune soojusväärtus. Mida rohkem soojust mingi toiduaine tarvitamisel organismis tekib, seda toitvam on vastav aine. Mitmesuguseid toite aga omastab organism erinevalt.

Mis on siis organismile kasulikumad — kanamunad või kala, piim või kohupiim, looma- või lambaliha, päevalilleõli või hanerasv?

Seitsekümmend viis aastat tagasi tundis nende küsimuste vastu huvi vene arst Lunin. Ta pühendas palju aastaid oma elust mitmesuguste kunstlike toidusegude uurimisele, mis olid valmistatud täpses vastavuses nende keemilisele koostisele.

Kord otsustas ta proovida kunstliku piima kvaliteeti. Lunin võttis kümme hiirt ja paigutas nad kahte puuri. Iga päev kindlal kellaajal asetati puuridesse taldrikud mõõdetud hulga loomuliku ja kunstliku piimaga.

Kuu aja möödudes hakkasid kunstliku piimaga toidetud hiired kaalust maha võtma, põdema ja kurtuma ning surid varsti. Nende naabrid aga vallatlesid lõbusalt ja võtsid pidevalt kaalus juurde.

Lunin tuli paratamatult järeldusele, et peale valkude, rasvade, süsivesikute ja soolade sisaldab toit veel midagi, ilma milleta organism ei saa elada.

Kuid mis ained need siis on?

Lunini eeskujul korraldasid teadlased igas maailmakaares oma laboratooriumides mitmesuguseid katseid loomade (meresigade, küülikute, hiirte) toitmisel kõige erinevamate kunstlike toidusegudega.

Möödus kolmkümmend aastat, ja lõpuks avastati üks neist saladuslikest ainetest. Seda hakati nimetama vitamiiniks («elu aineks» — ladinakeelsest sõnast «vita» — «elu»). Esimesele vitamiinile järgnesid teised. Praegu tuntakse neid üle kahekümne.

Vitamiinid on looduses laialdaselt levinud. Neid leidub inimeste ja loomade kehas, samuti ka mitmesugustes taimedes. Inimese organism ise vitamiine ei tooda. Me saame neid koos toiduga. Vitamiinide vähesus põhjustab organismi nõrgenemist ja raskeid haigusi. Kestva vitamiinide puuduse tagajärjel võib saabuda isegi surm. Vitamiinid on vajalikud mitte ainult organismi normaalseks töötamiseks, nad aitavad ka ravida mitmesuguseid haigusi.

Rahvusvahelise vitamiinikomisjoni otsusel hakati vitamiine tähistama ladina tähtedega: A, B, C jne. Nii tekkis imeaabits, milles tähtede arv iga aastaga suureneb.

Noore vitamiiniteaduse varasalve andsid väärtusliku panuse nõukogude teadlased. Ukraina NSV Teaduste Akadeemia president akadeemik A. V. Palladin ja professor A. A. Šmuk said kunstlikul teel vitamiini K₂, professor V. A. Rozanova avastas vitamiini A₂, professor G. V. Tšelintsev aga valmistas täiuslikumal meetodil vitamiini B₁.

Tavalistes toiduainetes ei leidu kõiki organismile vajalike vitamiine, samuti ei ole neid seal alati vajalikus koguses. Seepärast on meil organiseeritud spetsiaalsete vitamiinkontsentratsioonide ja -preparaatide tootmine, mida ei tarvitata ainult selleks, et ravida avitaminoosi — haigust, mis tekib vitamiinide puudusest organismis —, vaid ka toitumise tugevdamiseks ja seega töötajate tervise parandamiseks.

Suure tähtsusega meie organismile on vitamiin C, mida leidub palju tomatites, kibuvitsamarjades ja kreeka pähklites. Tunduval hulgal esineb seda vitamiini ka puulehtedes ja okastes. Kuuse- ning männiokkad sisaldavad viis kuni kaheksa korda rohkem vitamiini C kui apelsinid ja sidrunid; tonnist okastest võib teda saada 300 grammi, mis rahuldab umbes kahekümne inimese aasta-vajaduse.

Kui toidus pole küllaldaselt vitamiini C, lagunevad hambad ja haavade tekkimisel hüübib veri halvemini.

Inimorganismile on niisama tähtis veel üks aine, mida samuti leidub puuokastes, — karotiin. Karotiini puudus pidurdab laste kasvu ja vähendab tunduvalt organismi vastupanuvõimet nakkushaigustele. Karotiini sisaldava pastaga ravitakse mitmesuguseid nahahaigusi — ekseemi, furunkuloosi, sammaspoolt —, samuti ka paiseid ja põletishaavu.

Puuokaste keeduvee ravitoime oli tuntud juba palju sajandeid tagasi. 1635. aastal haigestus ühe polaar ekspeditsiooni 110 liikmest 100 inimest skorbuuti; 26 neist surid varsti, ülejäänud paranesid tänu sellele, et nad jõid männiokaste keeduvett.

Vitamiiniekstrakti valmistamine pole keeruline. Suurde, umbes 40-ämbrilise mahuga ja «valepõhjaga» puust tõrde, mis on eelnevalt külma veega hästi puhtaks pestud, puistatakse 100—110 kilogrammi peenikesi okaspuuoksi. Siis valatakse tõrde $\frac{3}{4}$ kõrguseni vett ja aetakse see läbi spiraali juhitava kuuma auru abil keema. Keetmist jätkatakse kahe ja poole tunni vältel, jättes siis ekstrakti 15—16 tunniks vaati seisma. Valmiskstrakt meenutab värvuselt kanget teed. Mõnikord lisatakse talle maitseks mitmesuguseid aineid, nagu äädikhapet või suhkrut.

Okkaekstrakti on võimalik kontsentreerida. Tihendatud ekstrakti on mugavam transportida ja parem säilitada. Ekstrakti valmistamine otse raielankidel võimaldab toota odavaid C-vitamiini kontsentratsioone, mis on ka kariloomadele

hinnatavaks söödaks. Okastest võib saada sadu kilogramme väärtuslikke vitamiinikontsentraate.

Mõnevõrra keerulisem on okastest valmistada karotiini, mida seal leidub peaaegu kakskümmend korda vähem kui vitamiini C ja mis pealegi on vees lahustumatu.

Nõukogude teadlased ületasid kõik need raskused. S. M. Kirovi nimelise Metsatehnilise Akadeemia teaduslikud töötajad F. T. Solodki ja A. L. Agranat töötasid välja meetodi, kuidas vitamiini C kõrval saada ka karotiini.

Peenikesi okaspuuoksi uhetakse veega ja keedetakse siis kolm tundi. Keedis valatakse välja ning sellest saadakse vitamiini C ja eeterlikku õli. Keedetud okkad eraldatakse okstest, valatakse üle bensiiniga või mõne muu lahustiga ning kuumutatakse keemiseni. Seda operatsiooni korratakse mitu korda, et karotiini täielikult kätte saada. Lahusti- ja veeaur kondenseeritakse jahutis õliseks vedelikuks, millest destilleerimise teel eraldatakse lahusti ja vesi. Järele jääb paks rohekas vaik. Seda töödeldakse leelisega ja saadaksegi karotiinpasta.

Keemiku truud liitlased — vesi, lahusti ja aur — aitavad puu sisemusest eraldada paljusid rahvamajandusele vajalikke saadusi, mille hulgas on tähtsal kohal ka parkained.

5. PARKALITE ASENDAMATUD SÕBRAD

Juba materiaalse kultuuri koidikul oskasid inimesed voolida savist nõusid, hankida mõningaid metalle ja parkida nahku. Ürginimesed, kelle riietuseks olid metsloomannahad, immutasid neid mitmesuguste taimede mahladega. Algul tehti seda selleks, et anda nahkadele eredam ning ilusam välimus. Hiljem aga märgati, et pärast sellist immutamist nahad ei kõdune, ei tursu vees, vaid muutuvad pehmeteks ning painduvateks ja kuivades ei pragune ega murdu.

Paljude taimede mahlas leidub aineid, millega pargitakse nahku. Parkaineid nimetatakse ka tanniinideks. Need on keerukad orgaanilised ühendid, mis lahustuvad hästi vees ja millel on kootav (adstringeeriv) toime (mõjuvad keele limanahale kokkutõmbavalt).

Parkainete sisaldus üksikutes taimeosades on erinev. Mõnel taimel, näiteks rabarbril ja parkjuurel on kõige rohkem tanniini juurtes, teistel (tamm ja kastan) puidus,

kolmandatel (paju, kuusk) kooses, neljandatel (skumpia¹, bergeenia²) aga õites, lehtedes ja viljades.

Parkalid tarvitavad meil nahkade töötlemiseks ammust ajast peale paju- ja tammekoort. Viimastel aastatel hakati laialdaselt kasutama ka kuusekoort. Kõige sobivam on noorte puude koor, sest see sisaldab kõige rohkem tanniine.

Kuusekoort varutakse harilikult metsaraiumise ajal. Kõige parem on seda teha kevadel või suve algul, kui koor on lahti. Kogutud koor kuivatatakse, pressitakse pakkideks ja saadetakse nahavabrikutesse.

Igal aastal saabub suurtesse lauatehastesse ning tselluloosi- ja paberikombinaatidesse veetead kaudu miljoneid tihumeetreid koorimata kuusepalke. Vett mööda kulgedes kaotavad palgid mõningal hulgal tanniine. See kadu on aga väga väike, kui parvetamine ei kesta üle ühe kuu.

Parvetuspuidu koort kasutatakse samuti nahkade parkimiseks. Ühelt tihumeetrilt puidult võib koguda kuni 18 kilogrammi koort (niiskusega 13 protsenti). Sajast kilogrammist kuuse- või pajukoorest saab aga 7 kuni 12 kilogrammi parkaineid. Tammest, kasest ja männist saadakse tanniine vähem.

Nahavabrikud asuvad üldiselt puukoore varumise kohadest kaugel. Koort tuleb kohale vedada sadade, mõnikord aga isegi tuhandete kilomeetrite kauguselt.

Ilmneb, et on vaja vedada tuhandeid tonne koort suurtele kaugustele, koormates seejuures asjatult transporti, mida võiks kasutada teiste kaupade vedamiseks. Tuleks leida viis parkainete valmistamiseks kontsentreeritud kujul.

Nõukogude teadlased lahendasid selle ülesande edukalt. Koorest või puidust valmistatakse park-ekstrakte, mis võivad olla venivad nagu siirup ja esineda isegi tahkete ainete kujul. Vedel ekstrakt valatakse tammepuust vaatidesse. Kuiv kontsentraat aga pakitakse kottidesse ja saadetakse nahavabrikutesse.

Parkained täidavad taimedel omaette rakke, mille paigutus eri taimedel on mitmesugune. Tihti, näiteks pajukooses, moodustavad need rakud pesi, mõnikord aga kimpe, näiteks tammepuidus. Paljudel taimedel asetsevad tanniini sisaldavad rakud pikkade ridadena piki puu telge.

¹ Skumpia (*Cotinus coggyria*) — põõsaspuu, kasvab NSV Liidu kaguosas ja Põhja-Kaukaasias. Lehed sisaldavad kuni 20% tanniine.

² Bergeenia (*Bergenina*) — laiade nahkjate lehtedega taim, kasvatatakse ka ilutaimena. Tõlk.

Et ekstrakti valmistamisel tanniine täielikumalt kätte saada, tuleb koor või puit hästi peenestada. Selleks on olemas mitmesugust tüüpi masinaid. Tamme- või kastani-puit muudetakse peenikesteks laastudeks raiumismasinales; koor peenestatakse koorelõikajates, koorepurustites või haamerveskites.

Peenestatud koor paigutatakse kõrgetesse silindrilistesse aparatuuridesse — difuusoritesse või ekstraktoritesse, mis võivad olla puust, rauast, raudbetoonist või vasest. Tanniinid eraldatakse kuuma vee abil, tavaliselt mitmest difuusorist koosnevas patareis. Värske vesi juhitakse esmalt sellesse difuusorisse, kus on kõige väiksema tanniinisaldusega koor; sealt voolab ta teise aparati, kus koor sisaldab rohkem tanniine; kolmandas difuusoris rikastub vesi tanniinidega veelgi, voolates mööda koortekihti, mis sisaldab rohkem parkaineid kui eelmises aparadis asetsev koor. Viimasest difuusorist voolab lõpuks välja vesi, mis on parkainetega küllastunud, s. o. parkimislahus.

Saadud lahus ei kõlba aga veel nahkade parkimiseks. Ta on liiga lahja, sisaldades kõigest 5—7 protsenti tanniine.

Nahatööstus kasutab käesoleval ajal parkimislahuseid, mis sisaldavad kuni 40 protsenti tanniine. Seepärast tuleb saadud lahust aurutada. Kuid difuusorist saadud lahust ei tohi lihtsalt keeta, sest ta on kõrge temperatuuri suhtes väga tundlik. Tugeval kuumutamisel tanniinimolekulid lagunevad. Parkimislahus muutub seejuures tumedamaks ja kaotab parkimisvõime, nii et teda enam üldse ei saa kasutada.

Et lahus aurutamisel ei rikneks, kuumutatakse teda alarõhul või vaakuumis. Hõrenduse tõttu keeb vesi madalamal temperatuuril kui 100 kraadi ja parkainete molekulide lagunemise hädadoht on tunduvalt väiksem.

Ekstraheerimistehastes aurutatakse parkimislahuseid niinimetatud vaakuumaparaatides, s. o. sellistes aparatuurides, kust õhk on välja pumbatud ja kus seega valitseb hõrendus.

Lahuste kontsentreerimiseks kasutatakse enamasti kolmekorpuselisi auruga kuumutatavaid aparate. Igas korpuses suurendatakse järk-järgult hõrendust ja tõstetakse kuumutava auru temperatuuri. Kõige madalam on rõhk viimases korpuses, kõige kõrgem — esimeses.

Varematel aegadel kuivatati kasutatav materjal (laastud või koor) pärast parkainete eraldamist ja põletati tehaste ahjudes. Praegu aga kasutatakse seda paremini: temast

toodetakse furfurooli, äädikhapet ja metüülpiiritust. Selleks lisatakse pärast parkainete eraldamist järelejäänud materjalile väävelhapet ja kuumendatakse autoklaavides 150—160 kraadini, kusjuures saadakse kuni 10 protsenti furfurooli (absoluutselt kuiva puidu kaalust). Samaaegselt eraldatakse kuni kolm protsenti äädikhapet ja üks protsent metüülpiiritust.

Kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini imporditi suurem osa nahatööstuses vajalikke parkekstrakte välismaalt. Venemaal oli tol ajal ainult mõni üksik väike ekstraktitehas. Nõukogude võimu aastatel on ehitatud palju uusi tehaseid parkekstraktide tootmiseks. Nüüd on meie nahavabrikud täielikult varustatud kõrgeväärtuslike kodumaiste parkainetega ja me võime neid eksportida isegi välismaale.

Otsides puidujäätmete parema ärakasutamise võimalusi, töötasid nõukogude teadlased välja meetodid, kuidas saada neist koos väärtuslike keemiasaaduste eraldamisega ka odavat gaasi.

6. GAAS PUIDUJÄÄTMETEST

«Süsi — see on tööstuse tõeline leib,» kõneles V. I. Lenin. Kivisüsi on väärtuslik kütus. 100 kilogrammi sütt annab põletamisel sama palju soojust kui 260 kilogrammi kuivi kasepuid. Nafta annab põledes peaaegu poolteist korda rohkem soojust kui samasugune kogus sütt. Kuid veelgi kasulikumaks kütuseks on põlevgaas. Tahke või vedelkütuse põletamisel tehaste ahjude, vedurite või aurikute küttekolletes tuleb sinna juhtida palju rohkem õhku kui teoreetiliselt vajatakse kütuse täielikuks põlemiseks. See alandab leegi temperatuuri.

Gaas põleb peaaegu ainult teoreetiliselt vajaliku õhuhulgaga ja annab põlemisel väga kõrge temperatuuri. Spetsiaalsetes gaasiahjudes, mida nimetatakse regeneratiivahjudeks, sulatatakse mitte üksnes rauda ja terast, vaid isegi plaatinat. Gaas ei tekita põledes tahma ega jäta järele tuhka. Gaasiahjude teenindamine on lihtne — põlemisprotsessi reguleerimine ja mis tahes vajaliku temperatuuri säilitamine on siin kerge.

Gaas võib edukalt asendada mitmeid kütuseliike mitte ainult tööstuses, vaid ka majapidamises. Gaasipliidid hoiavad kokku inimeste tööd ja aega toidu valmistamisel.

Maa-aluste torustike labürindi kaudu voolab gaas elanikele koju, samuti ka vabrikutesse ja tehastesse. Nagu süda pumpab verd kõigisse inimkeha osadesse, nii voolab ka gaas linna gaasijaotusvõrgus välja ühisest tsentrist.

Sinised gaasituled põlevad Kiievi ja Lvovi kümnetes tuhandetes korterites, Moskva ja Leningradi sadades tuhandetes köökides. Gaasi kasutatakse laialdaselt ka Saraatovis ja Tallinnas, Groznõis ja Mahhatškalas, Stalingradis ja Rjazanis.

Gaasi juurutatakse majapidamisse mitte ainult linnades, vaid ka paljudes kolhoosides. Teda kasutatakse kasvuhoonete, linnufarmide jne. kütteks. Gaas asendab sadu tuhandeid tonne sütt ja naftat, miljoneid tonne küttepuid ja turvast, vabastades transpordi teiste kaupade vedamiseks.

Nõukogude Liidu laialdane gasifitseerimine, mis algas alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni, võimaldas ainuüksi Leningradis vältida kolme miljoni ruumi meetri küttepuude ja 250 000 tonni nafta kohalevedu, aastas. Moskva sai 7 aasta jooksul nii palju gaasi, et see võimaldas asendada 8,5 miljonit tonni kivisütt.

Nõukogude inimeste visa tööga on gasifitseerimise ülesanne juba tunduval määral lahendatud. Gaasitööstus areneb meil lakkamatult. On ehitatud ja antud eksploatatsiooni gaasijuhtmed Saraatov—Moskva, Dašava—Kiiev, Kohtla-Järve—Leningrad, Kohtla-Järve—Tallinn jt. Looduslik gaas juhitakse torustiku kaudu suurtele kaugustele, mis hõlmavad sadu ja isegi tuhandeid kilomeetreid. Veelgi suurema hooga hakkab gaasitööstus arenema tulevikus. Varsti saavad gaasi paljud linnad. Seda hakkavad kasutama Kaluuga ja Kaasani, Krasnodari ja Harkovi, Poltaava ja Tšernovitsõ elanikud.

Peale looduslike gaaside ja koksigaaside, mida saadakse kivisöe kuumutamisel kõrgel temperatuuril ilma õhu juurdepääsuta, on rahvamajanduses suur tähtsus ka teistel põlevgaasidel, mida võib toota kohalikest kütustest — turbast, põlevkivist ja puidust.

Mõnedes maades, kus puuduvad oma kivisöevarud (näiteks Soomes ja Rootsis), kasutatakse juba ammugi laialdaselt gaasi, mida saadakse puidu utmisel majapidamise ots-
tarbeks.

Möödunud sajandi keskel kasutati Venemaa mitmes tekstiilivabrikus valgustuseks edukalt puidugaasi.

Puidust võib saada gaasi mitmel viisil, kuid kõigi seni tuntud mooduste puhul oli gaasi hind suhteliselt kallis.

Kuuse- või männipuit kuivatatakse ja laaditakse retortidesse, kus teda utetakse 800-kraadisel temperatuuril. Gaasireorte köetakse utmisel tekkiva söega. Tonnist kuivast kuusepuidust saadakse kuni 500 kuupmeetrit gaasi.

Taolise gaasitehase ehitamine läheb väga kalliks. On vaja palju värvilist metalli — pronksi ja seatina — aparatuuri ja torustike valmistamiseks. Tavalised raudtorud siin ei kõlba, sest gaasi ning vedelate utteproduktide mõjul roostetavad need kiiresti. Pealegi suureneb gaasi maksumus veel selle tõttu, et tekkiv uttevesi jääb kasutamata.

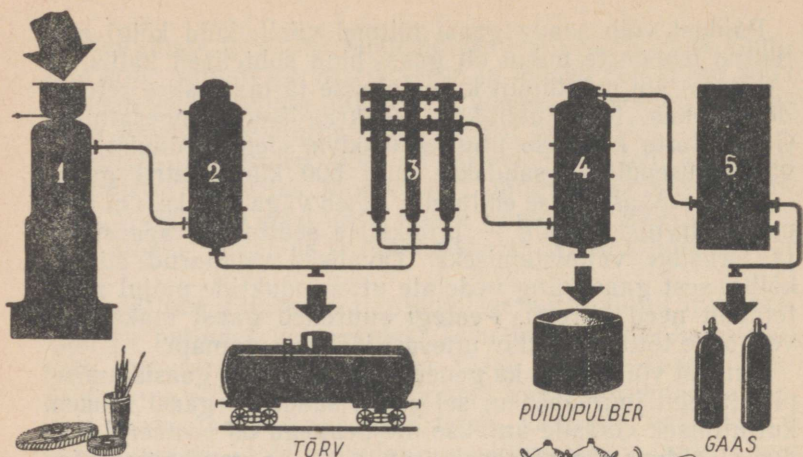
Puidust võib saada ka generaatorigaasi, kui gaasistamisel piirata õhu juurdepääsu; sel puhul saadakse gaasi rohkem kui utmisel. Gaasile antakse üle peaaegu 60 protsenti puidus sisalduvast soojusenergiast. Kuid ka generaatorigaas oli varem küllalt kallis, sest niisugusel gaasistamisel läksid väärtuslikud keemiasaadused ikkagi kaduma.

Stalini preemia laureaadid A. A. Derevjagin, V. I. Korjakin, A. A. Liverovski, V. A. Ljamin ja N. V. Tšalov esitasid originaalse meetodi äädikhappe eraldamiseks puidu gaasistamisel generaatorites. N. V. Tšalov töötas välja uue tehnoloogilise skeemi, mis võimaldab ära kasutada ka teised väärtuslikud keemiasaadused.

Metsamajanduse Teadusliku Uurimise Keskinstituudi töötajad konstrueerisid väga efektiivse energotehnoloogilise seadme, mis võimaldab toota ühest kuupmeetrist puidujäätmetest (okstest, latvadest, raiejäätmetest jne.) 770 kuupmeetrit põlevgaasi, 20 kilogrammi puidupulbrit (millest saadakse äädikhapet), propioonhapet, lahusteid ja 56 kilogrammi puutõrva, mida kasutatakse kummitööstuses täidismaterjaliks. Puutõrvast võib valmistada preparaate põllumajanduskahjurite tõrjeks — herbitsiide, samuti parkaineid ja paljusid teisi väärtuslikke kemikaale: flotatsiooniõli maakide rikastamiseks, inhibiitoreid bensiini jaoks, fenooli mööbli- ja vineeriliimidele, segusid haigete koduloomade arstimiseks jne.

Energotehnoloogiline seade on õige lihtne; ta koosneb gaasigeneraatorist ja mõnest aparaadist gaaside puhastamiseks.

Gaasigeneraatorist satub gaas kõigepealt tõrvaeraldajasse, kus tõrv tilgakeste kujul sadestub. Siin ei eraldu siiski kogu gaasis sisalduv tõrv. Seepärast juhatakse gaas



Plastmassid ja kihilised plastikaadid



Bensiini inhibiitor



Umrohuförje-preparaadid



Veterinaar-preparaadid



Äädikaessents



Lahusti



Gaasiturbiinile



Kummi täidismaterjal



Autole



Flotatsioonili



Mööbli- ja vineerliim



Parkained



Propioonhape



Elutarbelisteks vajadusteks

Energotehnoloogiline seade puidujätmete ümbertöötamiseks.

1 — gaasigeneraator; 2 — tõrvaeraldaja; 3 — vattfilter; 4 — saturaator; 5 — skraber.

läbi vattfiltri, mis peab tõrvapiisad kinni. Tõrvaeraldajast ja filtrist lastakse sinna kogunenud tõrv vaatidesse. Tõrvast puhastatud gaas aga juhitakse saturaatorisse — lubja-piimaga täidetud raudreservuaari. Kustutatud lubja lahuse neelab endasse gaasis sisalduva äädikhappeauru. Gaasi puhastamine lõpeb seadme viimases aparaadis — skraberis, kus teda jahutatakse veega. Nüüd on gaas tarvitamiskõlblik.

Kasutades teadlaste-novaatorite meetodeid, võib odavat generaatorigaasi saada raiejätmetest otse metsatööstus-

keskustes. Tarvitades seda gaasi sisepõlemismootorite kütteks, võivad metsatööstuskeskused saada odavat elektrienergiat, mis on vajalik metsavarumise mehhaniseerimiseks. Gaasigeneraatorseadmed võivad edukalt töötada lauatehaste, mööbli- ja poolivabrikute puidujäätmete baasil. Ainuüksi Leningradi poolivabriku jäätmete energotehnoloogiline kasutamine annaks aastas ligi tuhat tonni äädikhapet.

Prof. A. K. Slavjanski konstrueeris perioodiliselt töötavad ja pidevalt töötavad energotehnoloogilised seadmed.

Kogu seade koosneb neljast osast: kuivatist, eelpürolüüsiretordist, utmisahjust ja uttevee töötlemise agregaadist. Ükski osa ei ületa mõõtmetelt põllumajanduses kasutatavat kombaini. Selline seade võib ööpäeva jooksul ümber töötada 36 tonni jäätmeid ja anda aastas üle saja tonni äädikhapet ning poolteist miljonit kuupmeetrit kõrge kütteväärtusega gaasi. Seejuures katab utteproduktide väärtus kõik gaasi saamisega seotud kulud.

Odav gaas võimaldab mugava kütusega varustada mitte ainult suuri linnu, vaid ka väikesi rajoonikeskusi ja töölisasulaid. On võimalik gasifitseerida isegi metsatöölise asulaid. Väike energotehnoloogiline seade hakkab raielankidel tekkivaid jäätmeid kohapeal töötleva. Gaasitorustikke pole vaja ehitada — gaasi võib tarbijatele kätte toimetada balloonides. See nõuab küll ka mõningaid kulutusi, kuid need tasuvad end kiiresti. Gaasi kasutamise koefitsient suureneb kolm-neli korda.

Saadavat gaasi võib samuti nagu generaatorigaasigi kasutada laialdaselt elektrienergia tootmiseks. Iga aastaga suureneb metsatöölise masinate ja mehhanismide arv, mis vajavad töötamiseks elektrienergiat. Metsavarumise tunduv suurenemine käesoleval viisaastakul nõuab mitu korda rohkem elektrienergiat kui varem.

Energotehnoloogilistes seadmetes saadav gaas võib osutada suurt abi meie maa oblastite ja vabariikide rahvamajanduse elektrifitseerimisele. Gaasimootoritega töötavad elektrijaamad hakkavad andma vajalikul hulgal odavat elektrienergiat.

LÖPPSÕNA

Keemia arenemisega seoses on puidust saanud põhiline tooraine tervele reale tööstusharudele.

Tugev tamm ja hallikooreline kuusk, sirge mänd ja nägus kask muutusid keemikute käes ammendamatuks allikaks sadade ja tuhandete mitmesuguste väärtuslike ainete ja materjalide tootmisel, mille hulka kuuluvad puu- ja viinapiiritus, sidrun- ja äädikhape, glükoos ja kamper, atsetoon ja vitamiinid, kunstlik siid ja ravimid, valgupärm ja vormiliim, generaatorigaas ja aktiivsüsi.

Tänapäeva tehnika võimaldab puidust saada üle kahekümne tuhande mitmesuguse toote, millest umbes 500 valmistatakse puidu mehaanilise töötlemise teel, kõik ülejäänud aga metsakeemia abil.

Partei ja valitsuse määrustes on korduvalt märgitud, et metsakeemiatööstuse arenemine ja metsakemikaalide toodangu suurenemine on meie maale olulise tähtsusega.

Nõukogude Liidu rahvamajanduse arendamise kuuendas viie aasta plaanis, vastavalt NSV Liidu Kommunistliku Partei XX kongressi otsustele, omandas metsakeemia veelgi suurema tähtsuse. Partei XX kongressi otsustest loeme: «Arendada tunduvalt edasi paberitööstust ja puidutöötlemistööstust. Suurendada lehtpuuliikide puidu kasutamist ning lauatehastes, puidutöötlemise ettevõtteis ja metsatööl tekivate puidujääkide kasutamist tselluloosi-, paberi-, metsakeemia- ja hüdrolüüsitööstuses, samuti puitkiudplaatide, ehitusdetailide ja kunstlike saematerjalide tootmiseks.»

Paljudes oblastites ja vabariikides rekonstrueeritakse ning laiendatakse tselluloosi- ja paberikombinaate ja hüdrolüüsitehaseid, ehitatakse uusi tõrva ja tärpentiini destilleerimise seadmeid ning äädikhappetehaseid. Metsakeemiatööstuse ettevõtted varustatakse uute täiuslikumate masinatega, neile antaks lisaks uusi mehaanilisi seadmeid

ja agregate. Paljud tootmisprotsessid automatiseeritakse täielikult.

Metsatööstuskeskuste juurde luuakse metsakeemiatsehhid, mis varustatakse puidu utmise seadmete ja tõrvaajamisahjudega.

Raiejäätmeid ei põletata enam ära, vaid töötatakse koha peal ümber või pressitakse briketiks. Raiejäätmete brikettimiseks piisab väikesest brikettimisjaamast, mis monteeritakse generaatortraktorile.

Brikett saadetakse metsakeemiatehastesse edasiseks töötlemiseks või kasutatakse kütteks. Ta on kaks korda suurema kalorsusega kui puit. Tonnist briketist võib saada 20 kilogrammi eeterlikke õlisid, 150 kilogrammi tõrva ja 150 kilogrammi puusütt. Ühe hektari metsa kohta võib lageraide puhul koguda 10—15 tonni briketti.

Jäätmete kompleksne keemiline ümbertöötamine võimaldab kõike väärtuslikku, mis puidus leidub, täielikult ära kasutada.

Metsakeemikud annavad rahvale sadu tuhandeid tonne väärtuslikke saadusi, mis seni raielankide lõketes ja tehaste ahjude küttekolletes muutusid suitsuks ning tuhaks. Nad säästavad riigile miljoneid rublasid, mis siiani lendasid tuulde.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Берлин А. А. Исследования в области химии и технологии облагороженной древесины и древесных пластических масс, Гослесбумиздат, 1950.
- Богоявленский И. И. Технология бумаги, ч. I и II, Гослесбумиздат, 1946, 1948.
- Больше леса народному хозяйству, Газ. «Советская Эстония», 5 октября 1954.
- Бурсков И. Ф., Ливеровский А. А., Померанцев В. В. Энергохимическое использование древесных отходов. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1956, № 1, стр. 8—10.
- Б. Ц. Бумажная промышленность Литвы, Латвии и Эстонии. Журн. «Бумажная промышленность», 1940, № 9, 10, стр. 56—58.
- Ванин С. И. Древесиноведение, Гослесбумиздат, 1949.
- Васечкин В. С. Технология экстрактивных веществ дерева, Гослесбумиздат, 1953.
- Виленц С. Б. Производство древесной массы, Гослесбумиздат, 1948.
- Волков А. Н. Производство целлофана, Гизлегпром, 1950.
- Галлай Я. С., Филиппова Н. М. Лигнофолевые и лигностоновые подшипники, Машгиз, 1946.
- Голуб Н. Витамины из лесного сырья. Газ. «Лесная промышленность», 20 марта 1954.
- Гордон Л. В., Фефилов В. В. и др. Технология лесохимических производств. Гослесбумиздат, 1953.
- Далевский А. Л. Механизация охлаждения и разливки канифоли. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1952, № 3, стр. 28—30.
- Дитковский А. Широко использовать дровяную древесину и лесные отходы. Газ. «Лесная промышленность», 27 марта 1954.
- Закощиков А. П. Нитроцеллюлоза, Оборонгиз, 1950.
- Задачи гидролизной и лесохимической промышленности в 1956 году. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1956, № 1, стр. 1—3.
- Иванов В. И. Молекулы-гиганты, изд-во АН СССР, 1951.
- Качанов Я. Целлюлоза из лиственных пород. Газ. «Лесная промышленность», 7 февраля 1956.
- Ковтун А. За комплексное использование древесных отходов. Газ. «Правда Севера», 24 декабря 1952.
- Козлов В. Н. Пиролиз древесины, изд-во АН СССР, 1952.
- Колмаков А. А. Производство теплоизоляционных плит из отходов древесины, «Бюллетень строительной техники», 1953, № 15, стр. 22.

- Коробкин В. А. Углежжение, Металлургиздат, 1948.
- Красовский С. П. О технологии изготовления древесных слоистых пластиков. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1952, № 3, стр. 11—13.
- В. Лилль, В. Маамаяги. Эстонская ССР. Госполитиздат, 1955.
- Лукьянов П. М. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века, изд-во АН СССР, т. III, 1951.
- Матвеев В. Г. Пластифицированная древесина. Журн. «Машиностроитель», 1940, № 5—6, стр. 20—22.
- Мегаворян Л. О. Универсальный корчевальный агрегат системы ЦНИЛХИ. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1952, № 7, стр. 16—18.
- Нестеров В. Г. Общее лесоводство, Гослесбумиздат, 1953.
- Никитин В. М. Химия древесины и целлюлозы. Гослесбумиздат, 1951.
- Никитин Н. И. Химия древесины, изд-во АН СССР, 1951.
- Орел Г. Ф. Производство столярных плит из стружек и опилок. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1953, № 3, стр. 25.
- Поварин Г. Г. Производство дубильных соков из местного сырья, Гизместпром, 1945.
- П. Рейнас. Шире внедрять передовые методы на лесозаготовках. Газ. «Советская Эстония», 22 декабря 1954.
- Рогова И. В. Химическая технология натурального и искусственного шелка, Гизлегпром, 1940.
- Роговин З. А. Химия и технология искусственных волокон, Гизлегпром, 1952.
- Роговин З. А., Шорыгина Н. Н. Химия целлюлозы и ее спутников, Госхимиздат, 1953.
- Розен Б. Я. Чудесный поглотитель. Газ. «Смена», 8 апреля 1950.
- Розен Б. Я. В мире больших молекул, Госкультпросветиздат, 1952.
- Славянский А. К. К вопросу об использовании топливной древесины, Труды Лесотехнической академии им. С. М. Кирова, вып. 63, 1948, стр. 3—12.
- Славянский А. К. Получение городского (бытового) газа из древесины. Труды Лесотехнической академии им. С. М. Кирова, вып. 65, 1949, стр. 63—72.
- Славянский А. К. Неиспользованные резервы лесной промышленности. Газ. «Ленинградская Правда», 19 сентября 1953.
- Солодкий Ф. Т. Витамины из лесного сырья, Гослестехиздат, 1947.
- Стаховский Д. Экономить балансы. Газ. «Лесная промышленность», 2 июля 1955.
- Тимирязев К. А. Жизнь растения, Сельхозгиз, 1949.
- Трофимов П. М. Очерки по истории лесной промышленности Севера, Архангельское областное издательство, 1947.
- Труды Архангельского лесотехнического института им. В. В. Куйбышева, т. XIII. Архангельское областное издательство, 1949.
- Ушаков С. Н. Эфиры целлюлозы и пластмассы на их основе, Госхимиздат, 1941.
- Фляте Д. М. Бумага для автоматов пищевой промышленности. Журн. «Бумажная промышленность», 1956, № 4, стр. 8.
- Фотиев С. А. Краткий курс технологии бумаги, Госбумиздат, 1944.

- Целлюлозно-бумажная промышленность в 1956 году. Журн. «Бумажная промышленность», 1956, № 1, стр. 3—5.
- Чалов Н. В. Утилизация побочных продуктов газификации древесины, Гослестехиздат, 1940.
- Шестая пятилетка — пятилетка технического прогресса. Журн. «Бумажная промышленность», 1956, № 3, стр. 3—5.
- Шарков В. Советская Эстония, Географгиз, 1956.
- Шейдин И. А., Румянцева О. М. О производстве изделий из древесной пресскрошки. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1952, № 6, стр. 27—29.
- Шейдин И. А. О применении деталей из древеснослоистых пластиков. Журн. «Деревоперерабатывающая и лесохимическая промышленность», 1952, № 9, стр. 18—19.
- Якадин А. С. Производство дубового экстракта, Гизлегпром, 1952.

SISUKORD

Eessõna	3
-------------------	---

Esimene peatükk

Roheline kuld

1. Nõukogude Liit — võimas metsariik	5
2. Metsa-avarustes	11
3. Tehas lageda taeva all	13
4. Eesti tasandike aarded	19
5. Päikese saadikud matkavad	25
6. Puutüve elulugu	31
7. Rohelise kulla keemia	36

Teine peatükk

Uue teaduse sünnid

1. Butlerov näitab teed	39
2. Väikesed ja suured molekulid	43
3. Molekulid on kaalutud ja loendatud	45
4. «Rohelise riigi» alus	48

Kolmas peatükk

Tulest sündinud

1. Metallurgide iidne abiline	51
2. Gaaside neelajad	58
3. Puu sisemusest	61
4. Vene meistermeeste leiutis	64
5. Tahked vedelikud	66

Neljäs peatükk

Retortide sügavusest

1. Puuhape	71
2. Atsetoon	76
3. Lakkide ja plastmasside tooraine	77
4. Puu pisarad	80
5. Vene teadlase initsiatiiv	88
6. Vene teaduse võit	92

Viies peatükk

Puidu imetlusväärased muundumised

1. Paberilehe ajalugu	94
2. Eesti novaatorite algatus	99
3. Peenem ämblikuniidist	104
4. «Kuusesiid»	107
5. Läbipaistvad käsnaad	111
6. Lõhkeaine ümberkehastumine	112
7. Siid võistleb terasega	114

Kuues peatükk

Metallide ja ehitusmaterjalide usaldusväärased asendajad

1. Kivipuit	117
2. Suurendatud tugevusega materjal	119
3. Veel üks nõukogude teadlaste võit	121
4. Puit vaidleb tellisega	124

Seitsmes peatükk

Puidujäätmed rahvamajanduse teenistuses

1. Suhkrut ja piiritust saepurust	127
2. Jäätmete imelised metamorfoosid	132
3. Lõhnaõlised ja pärmi okastest	136
4. Imeaabits	139
5. Parkalite asendamatud sõbrad	142
6. Gaas puidujäätmetest	145
Lõppsõna	150
Kasutatud kirjanduse loetelu	152

Борис Яковлевич Розен
ХИМИЯ ЗЕЛЕНОВОГО ЗОЛОТА

На эстонском языке
Обложка Э. Лююс

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja B. Betlem

Tehniline toimetaja E. Lumet

Korrektorid E. Toots ja O. Sepp

Ladumisele antud 17. I 1958. a. Trükkimisele antud 19. III 1958. a. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 9,75. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 7,99. Arvutuspoognaid 8,73. Trükiarv 5000. MB-01837. Tellimise nr. 205. Hans Heidemanni nimeline trükkikoda, Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl. 3.65.

Rbl. 3.65

A-22028

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00395156 5