

MEIE EESRINDLIK TEADUS JA TEHNIKA



RIIHI LESTINDLIK
TEADUS JA TEHNIKA

RIIHI KIRJASTUS
TALLINN 1955

A-19646

MEIE EESRINDLIK
TEADUS JA TEHNIKA



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1953

MEIE EESKINDLIK
TEADUS JA TEHNIKA

TARTU ÜLIKOO LI
RAAMATUKOGU

ERSTA KIRJALIK KIRJASTUS
TARTU 1933

EESSÕNA

Nõukogudemaa seninägematu arengutempo kommunismi ülesehitamisel on saavutatav ainult eesrindliku tehnika ja teaduse uusimate saavutuste kõige laiaulatuslikuma praktikas rakendamisega. Päev-päevalt ja tund-tunnilt rikastavad nõukogude teadlased kaasaegset tegelikkust uute avastustega, millele tehniline ja tööstuslik kaader — insenerid, tehnikud, reatöölised — annavad rakendatava vormi, täiendades teadlaste panust oma tehniliste ideedega. Nii mõnelegi näis raskena ja mitte nii kiiresti teostatavana ülesanne, mille seadis üles J. V. Stalin, et likvideerida tsaari-Venemaalt pärandina saadud tehnika mahajäävust: teaduse ja tehnika saavutustele väljaspool meie kodumaa piire mitte ainult järele jõuda, vaid neist ka ette jõuda. See ülesanne on täidetud! Ei ole enam teaduseharu ega tehnika-valdkonda, kus meie eesrindlik teadus ja tehnika poleks järele jõudnud ja ületanud välismaist. Imperialistid välismaal jälgivad kadudusega meie teaduse ja tehnika edusamme ja püüavad sageli meie avastusi omastada, neid ümber ristides ja oma saavutusteks tunnistades.

Kõiki neid teaduse ja tehnika saavutusi loovad ja rakendavad nõukogude inimesed, keda on suunanud ja kasvatanud kommunistlik partei. On tõsiasi, et ka tsaari-Venemaa andis suuri ja ülemaailmselt tuntud teadlasi, nagu Lomonossov, Mendelejev, Lenz, Jakobi, Popov, Stoletov, Krõlov, Pirogov ja paljud teised, kuid neil tuli pidevalt võidelda tsaarivalitsuse poolt etteveeretatud takistustega ja paljud nende avastused püüti surnuks vaikida, sest tsaarivalitsus soosis meelsamini välismaist teadust ja tehnikat, kuna see osutus valitsevale ladvikule kasulikumaks.

Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon tõi valitsevasse olukorda põhjaliku murrangu. Nõukogude võimu esimestest

päevadest peale sattus teadus ja tehnika tähelepanu kesku-
sesse. Üle kolmekümne aasta nõukogude võimu õn andnud
ja üles kasvatanud suure nõukogude teadlaste ja inseneride
kaadri ning loonud eesrindliku tehnikainimeste armee, kes
rikastab nõukogude teadust ja rakendab nõukogude tehnikat.
Iga aasta kasutab Nõukogude riik miljardeid rublasid tea-
duse ja tehnika arendamiseks ning loob kõik võimalused
teadusliku ja tehnilise kaadri ettevalmistamiseks.

Nõukogude teaduse suunale andis kõige õigema iseloo-
mustuse J. V. Stalin, kes kõrgemate koolide töötajate vastu-
võtul Kremlis 1938. a. tõstis klaasi «teaduse õitsenguks,
selle teaduse õitsenguks, mis ei eraldu rahvast, mis ei hoidu
rahvast eemale, vaid on valmis rahvast teenima, on valmis
andma rahvale kõik teaduse saavutused, mis teenindab rah-
vast mitte sunniviisil, vaid vabatahtlikult, innukalt... selle
teaduse õitsenguks, mis ei luba oma vanadel ja tunnustatud
juhtidel endaga rahul olles pügeda teadusepreestrite kesta,
teaduse monopolistide kesta, mis saab aru vanade ja noorte
teadusemeeste liidu mõttest, tähendusest ja jõust, mis vaba-
tahtlikult ja meeleldi avab kõik teaduse ukSED meie maa
noortele jõududele ja annab neile võimaluse vallutada tea-
duse tippe, mis tunnistab, et tulevik teaduses kuulub
noortele».

Tänu J. V. Stalini poolt antud juhendi täitmisele kommu-
nistliku partei printsipiaalsel suunamisel ongi Nõukogude
Liit muutunud kõige täiuslikuma tehnikaga varustatud
maaks, maailma kõige eesrindlikumate teadlaste ja tehnikute
maaks, kõige andekamate novaatorite maaks. Seoses sellega
on osutunud võimalikuks ellu viia iga aastaga üha gran-
dioossemaid loova töö plaane ja hiiglaslikke ehitusi, mis
kerkivad meie suurel Kodumaal. Need ehitused peegeldavad
kogu nõukogude rahva ühist tahet jõuda kommunistliku
parte juhtimisel kiiremini kommunismi.

Partei XIX Kongressi direktiivid NSV Liidu arendamise
viienda viie aasta plaani kohta aastaiks 1951—1955 näevad
ette muuhulgas tööstusliku tootmise taseme tõstmist 1955.
aastaks umbes 70 protsendi võrra, võrreldes 1950. aastaga.
Seoses tööstusliku tootmise kasvuga on ette nähtud ka teiste
majandusharude võimsuse suurendamine. Selle plaani täit-
mine mõne aasta jooksul eeldab kõige eesrindlikuma ja
uuema teaduse ja tehnika juurutamist praktikas, rasket tööd
nõudvate tööprotsesside mehhaniseerimist, tehaste auto-

matiseerimist, ühiskonna kultuurilist tõusu ja polütehnilise hariduse viimist kõige laialdasematesse massidesse.

Käesolev kogumik annab teatud ülevaate meie teadlaste ja tehniliste kaadrite uusimatest töösaavutustest.

Kogumikku on võetud rida ajakirjades «Tehnika — molodjoži», «Znanije — sila» ja «Sovetski Sojuz» ilmunud artikleid, mis populaarsel kujul käsitlevad paljusid ja väga erinevaid erialasid tehnika, tööstuse ja teaduse valdkonnast, kusjuures neid kõiki seob ühine taotlus — tutvustada lugajat meie eesrindliku nõukogude teaduse ja tehnikaga.

Füüsika, raadio, raadiolokatsioon, helitehnika, kino, kaugnägemine, pinnasekaevamismasinad, kõrgehitused, automatiseerimine tööstuses, põllumajandus ja kalandus, metsa- ja paberitööstus, keemiatööstus, ehitustööstus, stahaanovlus ja arstiteadus — kõigist on valitud üks või kaks artiklit, mis annavad põgusa ülevaate meie teaduse ja tööeesrindlaste saavutustest.

Tingituna sellest, et viidatud ajakirjades on mõnda probleemi käsitletud juba varem teistes artiklites, mis pole käesolevas kogumikus ruumi leidnud, on eestikeelses tõlkes mõnda mõistet või probleemi täiendatud teksti all või tekstis lisaseletustega, mis originaalis puuduvad.

Arvamustest ja soovidest käesoleva kogumiku kohta palume teatada aadressil: Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, Pärnu mnt. 10, Populaarteadusliku kirjanduse toimetus.

Toimetus.

NÕUKOGUDE FÜSIKA TEOORIA JA PRAKTIKA

Akadeemik A. F. Joffe

Selleks, et õigesti hinnata Suure Sotsialistliku Oktoobri-revolutsiooni tähtsust teadusalaste teadmiste arenemisele, eriti füüsika hämmastavalt kiirele arenemisele Nõukogude Liidus, tuleb meenutada füüsikateaduse seisundit revolutsioonieelsel Venemaal. Meie ette kerkivad suured nimed: Lomonossov ja Petrov, Lenz ja Jakobi, Mendelejev ja Popov ning revolutsioonieelsel ajajärgul: Lebedev, Stoletov, Golitsõn, Krõlov. Need kõik olid mitte ainult väljapaistvad teadlased, kelle nimed on läinud jäädavalt maailma teadusse, vaid ka patrioodid, kes pühendasid oma teadmised ja jõu isamaale, tema kuulsusele ja õitsengule. Aga milliseid raskusi kerkis nende teele, kui vähest huvi tundis tsaarivalitsus nende tegevuse vastu, kuidas ta seisis nende sageli geniaalsete ettepanekute ellurakendamise vastu! Ja milleks olidki nende eesrindlikud ideed vajalikud valitsusele, kes oli andnud kodumaise tööstuse välismaalaste — sakslaste, inglaste, belglaste ja prantslaste — kätte? Õigusetuse ja reaktsiooni rõhuvas atmosfääris kängusid paljud rahva hulgast võrsunud talendid. Igaüks neist lõi leegitsema ereda tähena, kuid ei olnud suuteline looma püsivat teaduslikku koolkonda, mis oleks süstemaatiliselt edasi arenenud mitme põlvkonna vältel.

Oktoobrirevolutsioon muutis teaduse saatust radikaalselt. Revolutsioon seadis teaduse uue ühiskonna ehitamise keskpunkti.

Kommunistlik partei, juhitud Marx, Engelsi, Lenini ja Stalini eesrindlikest teaduslikest ideedest, kasutab kommunismi ehitamise ajaloolise ülesande täitmisel teaduse ettenägelikkust ja kõiki ta saavutusi. Kõgu meie maa arendamine kapitalismilt sotsialismile ja sotsialismilt kommunismile toimub rangelt läbi mõeldud ja teaduslikult põhjendatud plaani alusel.

Teadust valdavad miljonid. Stahaanovlased, ratsionaliseerijad ja leiutajad lõid silla töölise töö ja teadlase loomingu, vaimse ja kehalise töö vahele.

Teaduslikku loomingu planeeritakse kui orgaanilist osa kogu maa rahvamajandusplaanist. See on tähtis riiklik ülesanne, mille lahendamiseks on ehitatud ja vastavalt varustatud sadu instituute, kus töötavad suured eriteadlaste kollektiivid.

J. V. Stalin andis teadlastele õilsa ülesande: töötada rahvale, töötada koos rahvaga, mitte isoleerida end rahvast. Ja see nõukogude rahva suure juhi üleskutse määras kindlaks nõukogude teaduse tee.

Sotsialistliku maa kõige avaramad materiaalsed, ideelised ja moraalsed teadusliku töö tingimused tagavad sadu ja tuhandeid hiilgavaid teaduslikke avastusi, sügavaid, teadust edendavaid uurimusi.

V. I. Lenini, J. V. Stalini ja kommunistliku partei otsesed juhendid suunasid teaduste akadeemia ja nõukogude teaduse teooria ning praktika orgaanilise seose teele.

Füüsika alal ilmnes see uus tee selles, et loodi füüsikatehniliste instituutide võrk ning teaduslikul uurimistööl rakendati füüsikat koos tehnikaga. Uusi teaduslikke saavutusi kasutatakse ära kõigis meie maa rahvamajandusharudes.

Kristallide kiiritamisel röntgenikiirtega tekkivate interferentstäppide difusioon ja pikaksvenimine mehaaniliste mõjude toimel, missugune nähtus avastati juba 1918. aastal nõukogude teadlaste poolt, leidis laialdast rakendamist metallurgia- ja metallitöötlemistööstuses.

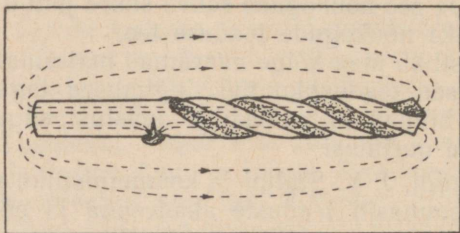
Hoogsalt arenes õpetus faasilistest muundumistest sulamites ja spetsiaalsetes terastes. On selgitatud martensiit-austeniit-faaside mõistatusliku muunduse olemus, on aru saadud metallide kristallisatsiooniprotsessidest, difusiooni-nähtustest metallides, metallide «väsimisest».

Metallofüüsikast sai veel täiuslikum metallide tehnoloogia. See andis veelgi paremaid metallide töötlemise menetlusi, õpetas tootma uusi kuumuskindlaid sulameid, suurepärasest soomusterast, magnetteraseid, dünamoterast ja kerget sulameid lennukitööstusele.

Edusammud magnetisminähtuste uurimise alal põhjustasid mitte üksnes elektrimasinate täiustamise, vaid ka rõõbaste ja metalltoodete magnetilise defektoskoopia tekkimise.

Silmapaistvalt arenesid uurimused raadiofüüsika, soojusfüüsika, valgustehnika ja tehnilise akustika alal ning andsid palju tähelepanuväärseid saavutusi.

Nõukogude füüsikuile kuuluvad juhtivad ideed õpetuses vedelikkudest, klaasidest, polümeeridest ja dielektrikuist. Külmakindel kummi, soojuskindel eskapoon, ideaalselt isoleeriv stürool, elegaas, mis on elektriläbilöõgi suhtes 2,5 korda suurema vastupidavusega kui õhk, — see kõik on nende teaduslike uurimuste tulemuseks, mis on kindlalt juu-



Defektide avastamiseks terastooteis on nõukogude magnetoloogid välja töötanud mitmesuguseid meetodeid, mida meie tehistes laialdaselt kasutatakse. Joonisel on kujutatud magnetpulbri abil defekti avastamise skeem. Prao tõttu detaili pinnale tõrjutud magnetvoog kogub prao ümber pulbriosakesi.

rutatud meie tööstuse praktikasse. Nõukogude füüsikute poolt avastatud erilistel elektrilistel nähtustel senjeti soolas ja baariumtitanaadis on tähtsaid tehnilisi rakendusi, kuigi need nähtused esimesel pilgul näivad omavat ainult teoreetilist tähtsust.

Stoletovi ja Uljanini ajast alates on paljude vene teadlaste tööd pühendatud fotoelektrilise efekti uurimisele, mille tulemuseks oli, et nõukogude ajal hakati valmistama tundlikkuselt rekordilisi tseesium-antimon-vaakuumfotorakke ning tõkkekihi-fotoelemente väävlisalliumist ja väävlishõbedast. Neile nõukogude leiutistele ei ole välismaal võrdseid. Oma kõrgete näitajate poolest paistavad samuti silma nõukogude alaldajad väävliisvasest, tsensomeetrid ja fototakisid.

Väljapaistva koha omab akadeemik S. I. Vavilovi loodud

nõukogude teaduslik koolkond luminestsentsi alal. Avastades seadusi, millele alluvad luminestsentsinähtused, ning selgitades nende nähtuste mehhanismi, andsid nõukogude füüsikud tööstusele fluorestsentslampide tarbeks fosfoore ja fluorestsents-analüüsi meetodi.

Spektraalanalüüsi laialdane rakendamine kõigis NSV Liidu tehastes ja laboratooriumides on nõukogude optikute suureks teeneks.

Üheski tööstusharus ei ole side füüsika ja tehnika vahel nii täiuslik kui optikatööstuses.

Teaduse ja tootmise alal töötajate vastastikune loomingu-line sõprus on võtnud meie maal võimsa ulatuse ning on teaduse ja tehnika lahutamatu seose parimaks väljenduseks.

Erilise jõuga ilmnesis nõukogude füüsikute patriotism ja nende oskus lahendada tegelikke ülesandeid Suure Isamaasõja ajal. Raadiolokatsioon oli NSV Liidus teostatud juba enne seda, kui inglased asusid selle ülesande lahendamisele.

Samuti teostati NSV Liidus varem ja paremini kui Inglismaal laevade kaitse magnetiliste miinide vastu. Need mõlemad nõukogude teadlaste saavutused autasustati Stalini preemiaga.

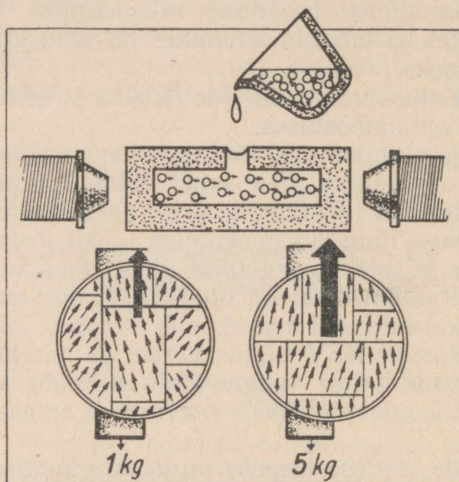
Nõukogude teaduse teeneks on ka originaalse ning täpse meetodi leiutamine ja väljatöötamine kauguse mõõtmiseks ning merel asuva laeva asukoha määramiseks raadiolainete abil. Kõigi mitmesuguste ja keerukate sõjalise optika ning akustika nõuete täitmine kindlustati nõukogude füüsikute tööga.

Teiseks nõukogude füüsika iseloomustavaks jooneks on füüsikarinde suurus ja selle ulatumine naaberteadusharudesse — keemiasse, bioloogiasse, geoloogiasse.

Kõiki küsimusi, mis moodustavad füüsikateaduse sisu, Nõukogude Liidus mitte ainult uuritakse ja arendatakse, vaid siin tekivad ka uued teaduse suunad, mis tulenevad meie rahvamajanduse ja sotsialistliku kultuuri tormilisest õitselepuhkemisest.

Nii kutsus sotsialistlik põllumajandus ellu agrofüüsika, mis taotleb kõigi füüsika saavutuste rakendamist põllumajanduse teenistusse ja mitte ainult uurimiseks, vaid ka füüsikaliste tegurite, s. o. vee, valguse ja soojuste aktiivseks kasutamiseks saagi tõstmisel. Uued puuvillakasvatamise võtted, tuiskliivade kinnistamine, puuliikide kasvatamise kiirendamine, taimekultuurid valguse eest varjatud pinnasel — kõik need on uue teaduse esimesed praktilised tule-

mused. Rõõbiti sellega on nõukogude agrofüüsika loonud juba täpselt põhjendatud õpetuse soojuse ja niiskuse liikumisest pinnases, maapinnalähedasest õhukihist ja valgusmõjude energeetikast.



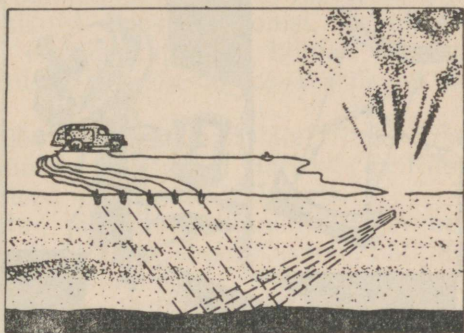
Suurepärane meetod püsivmagnetite valmistamiseks valamiseega magnetväljas on avastatud nõukogude laboratooriumides. Tugeva elektromagneti pooluste vahel tekkinud magnetvälja mõjul korralduvad vedela metalli elementaarmagnetid magnetvälja jõujoonte suunas. See toimub vaatamata sellele, et teras ei ole sulas olekus ferromagnetiline. Elementaarmagnetite korraldumine toimub tänu vedela terase paramagnetilistele omadustele. Elektromagneti pooluste vahel tardudes omandab teras hämmastavalt tugevad magnetilised omadused, ligi 5 korda tugevamad kui teiste meetoditega saadud magnetitel. Vasakul ringis — tavalise magneti ehituse skeem, paremal — uue meetodiga saadud magnet.

Samuti on tekkinud uus teadus — merefüüsika, õpetus ookeani ja mandri vastastikusest mõjutusest, tormidest, kalade liikumisest, merelaineist ning lainemurrust.

Nõukogude võimu aastail on õpetus atmosfäärist ja ilma-

ennustusest saanud uueks teaduseks, dünaamiliseks meteoroloogiaks, mille edu kasvab ja tugevneb aasta-aastalt. Oleme õppinud tundma kogu atmosfääri liikumise seadusi tervikuna, soojuse ja külma jaotumist, turbulentsinähtusi.

Oktoobrirevolutsiooni eel pani akadeemik B. B. Golitsõn alguse seismomeetriaale, s. o. maavärinate teaduslikule uurimisele. See teaduseharu on meil laialdaselt arenenud. On asutatud kümneid seismilisi jaamu. On välja töötatud ja katsete abil kontrollitud uusi seismiliste lainete uurimise meetodeid, mis võimaldavad maakoore sisemise struktuuri



Nõukogude füüsikud relvastasid geoloogide oskusega avastada maapõuevarasid plahvatuste abil tekitatavate kunstlike maavärinate teel. Võnkelaained, mis ruttavad maakoore, püütakse seismograafide abil geoloogide poolt kinni ja nad jutustavad kohatud takistustest.

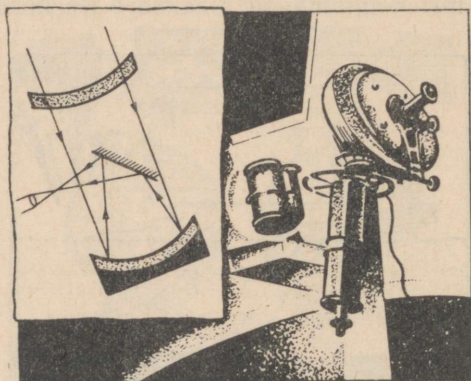
komplemist suures sügavuses, soodustades seega temas leiduvate nafta- ja metallivarude avastamist. Põhjendatud lootusega edule läks lõpuks korda püstitada maavärinate ennustamise probleem. Seismilise luure meetodeid õnnestus rakendada nii mandril kui ka merel.

Õpetusega keemilisest kineetikast ja ahelreaktsioonidest löid nõukogude füüsikud uue silla keemiasse. Nende uute ideede alusel arenes välja praktiliselt tähtis õpetus põlemisest ja plahvatusest, mis on leidnud laialdast rakendamist uute lennukimootorite ehitamisel ja reas tööstusliku keemia menetlustes.

Pinnanähtuste uurimine avas uued teed puurimise tõhusamiseks ja metallide töötlemise kergendamiseks.

Õpetus materjalide rabe-purunemise põhjustest ja tahkete kehade plastilise voolamise mehhanismist loodi Nõukogude Liidus. Lähtudes neist õpetustest, on saadud ülitugevaid materjale klaasniitidest.

Füüsika ja bioloogia piiril tekkisid uued biofüüsika suunad — närvierutuste levimise ning nägemise ja kuulmise adaptatsiooni teooria; viimasel ajal lahendatakse valkude sünteesi tähtsat teaduslikku ülesannet füüsikaliste meetoditega.



Nõukogude füüsikul D. Maksutovil õnnestus luua teleskoop, mis on tunduvalt täiuslikum kui kõik Galilei ajast saadik ehitatud teleskoobid. Maksutovi teleskoobid annavad haruldaselt selge kujutise, nad on väikeste mõõdetega ja ehituselt lihtsad.

Astronoomia piiril on loodud astrofüüsika, mis annab juba tähtsaid tulemusi, hoolimata sellest et fašistlike agressorite poolt purustatud astronoomilised observatooriumid ei ole meil veel täielikult taastatud.

Simeizi astronoomid on avastanud mõnedel tähtedel süsiniku uue isotoobilise koostise, mis on vahetus seoses keemiliste elementide moodustumise protsessiga, mille mehhanism on praegu veel mõistatamata. Armeenia astrofüüsikud on tähele pannud paisuvaid tähtede assotsiatsioone. Praegu on neil käsil tulemusrikas töö tähtede-maa- ilma struktuuri uurimise alal. Nõukogude astronoomid on loonud tähtede ehituse teooria.

Matemaatika rakendamine füüsikas on arenenud matemaatilise füüsika suunaks, mis loob uued matemaatilised meetodid, vastavalt füüsika nõuetele ja ta tehnilisele rakendusele.

Õpetus mittelineaarsetest võnkumistest, mis kujutab endast uut peatükki füüsikas, loodi nõukogude teadlaste poolt. Seda õpetust kasutatakse edukalt paljude radiofüüsikasse, automaatikasse ja võnkumisprotsessidesse puutuvate küsimuste lahendamisel tehnikas.

Järgmiseks nõukogude füüsikat iseloomustavaks jooneks, mis tuleneb stalinlikust õpetusest rahvuskultuuri arenemise kohta, stalinlikust konstitutsioonist, stalinlikest viie aasta plaanidest, on füüsikateaduse hiilgav õitseng nõukogude võimu aastail NSV Liidu rahvusvabariikides ja oblastikeskustes.

Edukat tööd on arendanud laial rindel Ukraina esmajärgulised füüsika instituudid Harkovis ja Kiievis, füüsika uurimise kateedrid Odessas ja Lvovis.

On asutatud füüsika instituudid Valgevene, Armeenia, Gruusia, Aserbaidžani, Usbeki, Kasahhi, Läti, Eesti ja Leedu NSV Teaduste Akadeemias.

Sverdlovski, Tomski ja Gorki füüsika instituudid kujutavad endast suuri teaduslikke asutusi ja võivad võistelda parimate instituutidega maailmas.

Meenutagem, et enne revolutsiooni oli Venemaal vaid kaks füüsika instituuti — Peterburi ja Moskva ülikooli juures — ning väike laboratoorium Teaduste Akadeemias, ülikoolide füüsikakateedrid olid aga äärmiselt väikesearvulised.

Praegu teostatakse füüsikalisi uurimisi süstemaatiliselt kümnetes suurtes füüsikainstituutides, sadades tööstusinstituutides ja -laboratooriumides kogu meie maal.

Nõukogude füüsika on tihedaimas seoses viie aasta plaani ülesannete täitmisega, mille mõned osad sisaldavad endas vahetult ka füüsikalisi teemasid.

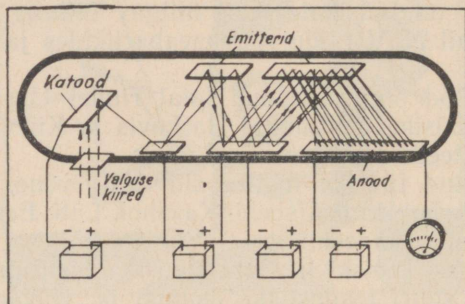
Nõukogude füüsika tähtsaimaks jooneks on dialektilis-materialistlik metodoloogia. Välismaal arenevad füüsika pinnal üha uued katsed elustada idealistlikku filosoofiat. Kodanlik füüsika kattub müstika, religiooni, pütaagorluse ja igasuguste mahhismivormide uduga. Moonutades uute füüsikateooriate tõelist sisu, pidurdab ta teaduse arenemist ja viib uurijad väljapääsematusse ummikusse.

Nõukogude füüsika seisab kindlalt dialektilise materia-

lismi tugeval alusel, mida on süvendanud ja loominguliselt arendanud V. I. Lenini ja J. V. Stalini geenius. V. I. Lenini raamat «Materialism ja empiriokrititsism» ning J. V. Stalini «ÜK(b)P ajalugu. Lühikursus» on saanud nõukogude füüsikute filosoofilise mõtte arenemise aluseks.

Me ei ole veel oma teaduse arenemises osanud täielikult ära kasutada dialektilise materialismi filosoofiat, lõpuni paljastada idealistlikke vassinguid, mis risustavad välismaist füüsikat.

Ei saa jätta tähele panemata, et füüsika filosoofia-küsimustes on toimunud põhjalik murrang, et nõukogude füüsi-



Kubetski toru on kaasaegse kõrgevaliteedilise kaugnagemise aluseks. Tühiselt väikesele valgusehulgale on ta võimeline reageerima tugevate elektri-impulssidega. Iga elektron, mis on välja löödud toru katoodist, lööb emitteritega kokku põrgates välja uusi elektrone. Nii kasvab elektrownide vool laviinitaoliselt.

kute laiad kihid töötavad innukalt füüsikateooriate dialektilis-materialistliku omandamise alal. Neid juhib selles suunas suure Stalini õpetus.

Kümne aasta vältel on kuni 100 nõukogude füüsikut saanud Stalini preemia laureaadi austava nimetuse.

On juba mainitud plastilise deformatsiooni nähtuste avastusi. Tähtsateks avastusteks olid samuti teoreetiliselt kõrge vastupidavuse avastamine ning elektrivoolu läbimise nähtuste kindlakstegemine isolaatorites. Metallurgia-, metallitöötlemis- ja elektrotehniline tööstus kasutab neid avastusi laialdaselt.

1928. aastal avastasid nõukogude teadlased valguse haju-

mise uue liigi, nõndanimetatud kombinatsioonhajumise, ja andsid sellele õige seletuse. See XX sajandi suurim avastus optika alal omandas suure praktilise tähtsuse. Seda rakendati näiteks Isamaasõja ajal bensiini ja teiste naftasaaduste analüüsimisel.

Rühm nõukogude füüsikuid avastas akadeemik S. I. Vavilovi juhtimisel uue, suunatud valguskiirguse liigi. See kiirgus tekib puhtas vedelikus elektronide mõjutusel, mis liiguvad kiirusega, mis ületab valguselaine faasikiiruse vedelikes. See nähtus sai Tšerenkovi efekti nimetuse.

Nõukogude füüsikuile-teoreetikuile kuulub rida põhjapanevaid järeldusi aatomituuma-teooria kohta. Nõukogude teadlased avastasid vedela heelium II ülivoolavuse ja töötasid välja selle nähtuse teooria. Samas heelium II-s on avastatud rööbiti tavaliste akustiliste lainetega termiliste lainete olemasolu, mis on saanud nimetuse «heelium II teine heli». Ülivoolavuse ja teise heli küsimused on pannud aluse sellealasele ulatuslikule kirjandusele, on põhjustanud kestvaid diskussioone, mis on kindlustanud avastuse prioriteedi nõukogude füüsikuile.

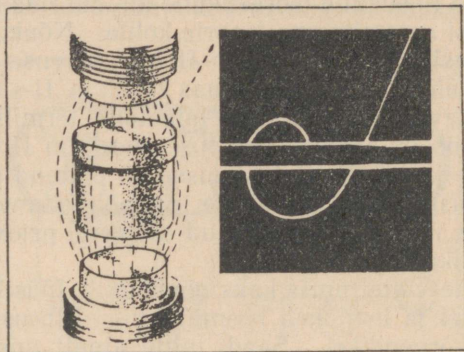
Rea aastate vältel uuris kaks nõukogude füüsikute rühma stratostaatidel ja lennukeil kosmilisi kiiri Elbruse, Alageesi ja Pamiiri kõrgendikel. Saadi mitte ainult uusi tulemusi, vaid tehti ka kogu probleemile otsustava tähtsusega avastusi. On avastatud aatomituuma plahvatusi kosmiliste kiirte mõjul, milledega kaasnevad nn. kosmiliste kiirte saagarad. Viimaste aastate avastused muudavad oluliselt meie arusaamist elementaarseist osakestest. On tõestatud, et primaarsed kosmilised kiired koosnevad positiivse laenguga prootonitest.

Kosmiliste kiirte uurimise käigus löid nõukogude füüsikud uued meetodid, mis on omandanud kõige laialdasema leviku: kosmiliste osakeste uurimise meetod vilsoni kambriga, mis on asetatud magnetivälja; paksukihiliste fotoplaatide meetod, milledes täheldatigi esmakordselt tuumaplahvatusi; võimas mitmetonnine magnet loendajate süsteemiga; kosmiliste kiirte üksikasjalise uurimise meetod lennu ajal ilma vaatleja osavõtuta.

Nõukogude teaduslikud koolkonnad luminentsentsi, mitte-lineaarsete võnkumiste, pooljuhtide, polümeeride, magnetismi, dielektrikute, paljude optikaharude, keemilise füüsika ja dünaamilise meteofüüsika alal on nõukogulikuks avangardiks maailma teadusele. Hoolimata reaktsiooniliste

välismaiste teadlaste kõigist pingutustest meie saavutusi surnuks vaikida, ei lähe neil korda varjata nõukogude füüsikute initsiatiivset, otsustavat osa neis küsimusis.

Kaasaegse füüsika uurimismeetodid on arenenud enneolematu täiuslikkuseni. Veel meie sajandi algul näis mõeldamatuna vaadelda üksikuid osakesi, molekule ja aatomeid. Ent kaasaegses füüsikas märgitakse ära iga aatomi, elektroni või üksiku footoni (valguseosakese) ja isegi aatomi-tuumade koostisosa — neutroni — sattumist loendajasse.



Magnetivälja paigutatud vilsoni kambri abil elementaarsete osakeste uurimise meetod, mille avastas akadeemik D. V. Skobeltsõn, on üheks aatomifüüsika võimsaimaks vahendiks. See meetod võimaldab kindlaks määrata osakeste kiiruse ja laengu.

Nõukogude füüsikud läksid veelgi kaugemale. Nad töötasid välja ja viisid esmakordselt läbi katsed, millega tehti kindlaks senini oletatavate osakeste — neutronite — olemasolu, mis läbivad kümneid kilomeetreid end mitte millegagi avaldamata.

Kaasaegne füüsikateooria omistab osakestele samaaegselt üksikute, väikeses ruumalas kontsentreerunud osakeste korpuskulaarseid ning laialivalgvate ja kaugeleulatuvate lainete omadusi. Kuid katseid, millel põhinesid need järeldused, ei sooritatud üksikute osakeste, vaid kiirtega, mis sisaldasid miljardeid individuaalseid osakesi. Rida veenvaid arvutusi viis mõttele, et korpuskulaarsete ja laineliste oma-

duste kompleks on omane mitte ainult tohutu hulga osakeste voolule, vaid ka igale osakesele eraldi.

Nõukogude füüsikud on andnud selle kaasaegse teooria tähtsa teesi õigsuse kohta kujuka tõendi. Vahetute katsetega on näidatud, et üksikud footonid võivad vastastikusel mõjutusel väikeste laetud aineosakestega kogu oma energia ühele elektronile üle kanda. Selles katses ilmnis kujukalt footonite korpuskulaarne olemus, mille lainelisi omadusi tunti juba 200 aastat.

1949. aastal läks korra jälgida elektronide voolu lainedifraktsioonipilti, kusjuures vool kandis edasi umbes 4000 elektroni sekundis.

Katseis footonitega ning elektronidega oli keskmine lennukaugus kahe lähima osakese vahel kümneid, sadu kilomeetreid. Seetõttu on täiesti võimatu nende ühine osavõtt lainelisest liikumisest. Igale osakesele tuleb omistada nii korpuskulaarseid kui ka lainelisi omadusi.

Nõukogude teadlased võtsid aktiivselt osa kaasaegse füüsika põhiliste ideede kujundamisest. Kõik meie kujutlused vedelikkudest, kõrgemolekulaarseist aineist, tuumareaktsioonide nähtustest, tuuma isomeeriast, fosforesentsvalguse kustumisest, ferromagnetiliste ainete magnetiseerimiskõvera olemusest, ülijuhtivuse vahepealsest olekust, vedela heelium II faasiliste muunduste ja kvantiliste omaduste olemusest, materjalide rabeduse ja plastilisuse ning nende elektriliste omaduste olemusest — kõik see ja palju muud on nõukogude füüsikute teadusliku mõtte vilid.

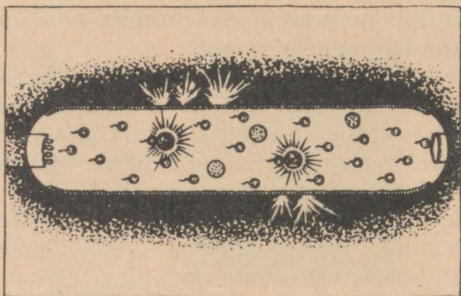
Nõukogude füüsikute poolt esile tõstetud ideed elementaarosakeste lineaarseist kiirendajaist, ideed sünkrotronist, mida kasutatakse suure energiaga osakeste saamiseks, said kaasaegse tuumatehnika üldtunnustatud aluseks. Nad avasid aatomituumafüüsikale uued võimalused.

Sellised on mõningad näited nõukogude füüsikute saavutustest. Need saavutused on veel kaugel neist kõrgeist eesmärkidest, millised seadis meie teadusele J. V. Stalin, kuid ei saa eitada seda, et nõukogude füüsika sammub kindlalt nende eesmärkide poole. Meie edu tähtsaimateks, otsustavateks tingimusteks on tihed seos teooria ja praktika vahel. Ilma selle seoseta ei ole füüsika tõhusat edenemist ega tehnika kindlat progressi.

Praktika nõuded takistavad teadust kaasa minemast abstraktsete küsimustega, mis on kõrval suurest progressiteest. Praktika — see tähendab füüsikale esijoones tehnikat, tõs-

tab esile aktuaalsed ülesanded ja loob samal ajal tehnilised vahendid nende lahendamiseks.

Kõik need asjaolud on nõukogude füüsikuile juba ammu saanud aabitsatõeks, mis on määranud nende tegevuse. Samal ajal luuakse Inglismaal ühinguid võitluseks progressiivsete teadlaste püüdluste vastu oma rahvale kasu tuua. Ameerika Ühendriikides on püstitatud «puhta teaduse» loosung, Ameerika ärimeeste mõiste järgi tähendab see aga teadust, mis täidab kapitalistide tahet.



Akadeemik S. I. Vavilovi ja tema õpilaste poolt teostatud uurimised luminesentsi alal võimaldasid luua uued suurepärased valgusallikad — päevavalguselambid. Neis lampides kiirgavad valgust luminofoorid, mis helendavad gaasiga täidetud torudes argoni, elavhõbeda aurude jne. kiirguse toimel.

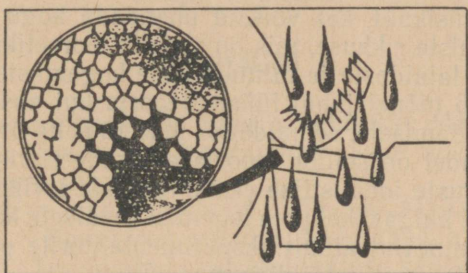
Kapitalistlikes maades müüvad ja ostavad kapitalistid teadust nagu rikastumisvahendit, konkurentsivahendit. Kapitalistlike ringkondade huvides muutub füüsika rahva ekspluaatierimise ja massilise hävitamise vahendiks.

Kuivõrd kõrgem on nõukogude inimeste moraalne tase, kes pühendavad oma jõu rahvale, kuivõrd sisukam on meie teadus!

Uute füüsikaliste menetluste tehniline ellurakendamine tootmistingimustes on niisama keerukas ülesanne nagu nende leiutaminegi. Füüsiku ja tootmistöölise ühine, kooskõlastatud töö võib lahendada rakendamise ülesande, s. o. füüsikalise uurimuse tulemuste üleviimise käitise praktikas.

Meie silme all arenev liikumine teadus- ja tootmisala töö-

liste vastastikuse loomingulise koostöö suunas, kes täidavad J. V. Stalini juhendeid teooria ja praktika ühtsusest, annab ülesandele parima lahenduse. Ainult võitnud sotsialismi maal on selline vastastikune koostöö võimalik. See võtab mitmesuguse kuju, mille määrab elu ise. Siin toimub iga-suguste probleemide ühine ülesseadmine ja väljatöötamine käitise ning teadusliku instituudi poolt; selle töö käigus viibivad füüsikud sageli käitises, insenerid aga laboratooriumis. Siin toimub kasulike, juba varem teaduslikult välja töötatud ettepanekute kiire juurutamine. Siin esitab tehas uusi



Nõukogude füüsikud on loonud tähelepanuväärsed ained — pehmedajad. Nende ainete molekulid, tungides metalli terakste vahel olevaisse vahemikesse, «kobestavad» tema pinnakihti ja kergendavad metalli lõikamist.

ülesandeid teaduslikule instituudile, mitte ainult jooksva päeva omi, vaid ka põhimõttelisi probleeme, mis tekivad tööstuse olukorras ja mis sageli määravad tehnika tulevase progressi.

Mitte ainult juhtivad insenerid, vaid ka ratsionaliseerijad, stahaanovlased ja leiutajad jagavad oma kogemusi teadlastega ning koos nendega leiavad teid ettetulevate raskuste ületamiseks. Vahel aga äratavad ratsionaliseerijate edusammud teadusliku mõtte, esitavad talle uued ülesanded. Nii viis Bortkevitši metallikiirlõikamine nähtuste uurimisele, mis tekivad metallilõikamise kiiruse suurenemisel, ja deformatsiooni olenevuse uurimisele kiirusest.

Teooria ja praktika probleemil on füüsikale ka teine, puhtspetsiifiline tähendus. Füüsika enda valdkonnas kasvab

üha enam lõhestumine teoreetiliseks ja eksperimentaalseks füüsikaks.

Kaasaegne füüsikateooria on endaga kaasa tõmmanud niisugused kauged matemaatika-alad, nagu rühmade, matriitside, spinorite teooria. Teoreetiku matemaatiline tööriist, muutudes üha keerukamaks, on kogu oma täiuses saanud raskelt mõistetavaks eksperimentaatorile.

Teisest küljest on muutunud samavõrra keerukamaks eksperimentaalse füüsika meetodid, füüsika, mis kasutab kõigis peensustes raadiotehnilisi võtteid ja oskab uurida üksikuid aatomeid, elektrone, neutroneid ja footoneid.

Ei ole füüsikuid, kes võiksid ühendada kogu matemaatiliste teadmiste rikkuse, mis on vajalik teoreetikule, eksperimentaatori laialdaste ja mitmekesiste kogemustega. Selline olukord viib mõnel juhul füüsikateooria kui absoluutse eesmärgi arendamisele, eemaldades teda füüsika praktikast.

Välismaadel on selline teooria abstraherimine soodustanud igasuguste idealistlike eksiarmuste levikut füüsikute-teoreetikute hulgas, kel pole tegemist reaalsete kogemustega, vaid kes tunnevad ainult eksperimentaatorite poolt saadud tulemuste skemaatilist üldistust.

Meil, kommunistliku partei poolt dialektilise materialismi ainsa teadusliku filosoofia põhjal kasvatatuil, pole ohtu libiseda idealismi rappa. Füüsika lahutamine teoreetiliseks ja eksperimentaalseks füüsikaks ei ohusta nõukogude füüsikat. See oht kõrvaldatakse teoreetikute ja eksperimentaatorite vastastikuse loomingulise koostööga, mis on seda lähedsem, et mõlemad füüsikuterühmad töötavad ühtedes ja samades instituutides ja võtavad osa ühise temaatilise plaani ning teaduslike saavutuste juurutamise ühise plaani teostamisest.

Isegi sellistel traditsioonilistel eralduspiiridel, nagu füüsika ja bioloogia, füüsika ja geoloogia ning füüsika ja keemia piiridel, on nõukogude teadus arendanud laialdast uurimistööd, millest võtavad aktiivselt osa füüsikud koos bioloogide, keemikute ja geoloogidega. Seda vähem on põhjust teooria lahutamiseks praktikast füüsika enda piirides.

Selline oli nõukogude füüsika neljanda viisaastaku lõpul. Ta on veel kaugel täiuslikkusest, kuid ta asub õigel teel. Aasta-aastalt kasvab ta edu, kasvab ta mõju meie suure maa rahvamajandusele ja kultuurile.

Nõukogude füüsika avab täielikult tohutud võimalused loodusjõudude valitsemiseks sotsialistliku kodumaa hüvanguks.

AATOMITUUMA ENERGIA

Insener A. Bujanov

Jõuväljad

Tohutu kosmiline laev, mida nimetatakse Maaks, tormab peatumatult lõputus maailmaruumis. Selle laeva pardal reisivad maakera elanikud.

Palju uut on nad avastanud oma aastasadade pikkusel «rännakul». Kunagised saladuslikud tähed on nüüd täpselt uuritud. Tundmatud avarused tähtede kaugete maailmaga on mõõdetud ja kantud kaardile. See ei ole enam too kaart, suure hulga «valgete laikudega», mida kasutasid meie esiisad, kes sõitsid nagu Kolumbuski, teadmata, mis on ees. Tähtedemaailma kaasaegsel kaardil on meie laeva teekond täpselt ära märgitud.

Teleskoobis, mis on suunatud kosmiliste tähetornide tulukestele, meie näeme maailma kaugete saarte piirjooni. Miljonite mõistatustena säravad seni nende suurte maailmade tähesilmad.

Igal neist on oma liikumine, oma elu.

Kui paljud inimesed unistasid mõistatada need saladused! Kui paljud kärsitud «rändurid» ihaldavad lahkuda kiiremini selle aeglase taevasõiduki pardalt, et kihutada edasi!

Teistsugused aparaadid aitasid tundma õppida aine lõpmata väikesi osakesi, s. o. neid «ehituskivikesi», millest on ehitatud maailm. Selles mikromaailmas on oma liikumine, oma mõistatused.

Kui palju uurivaid päid püüab tungida mikromaailma sügavustesse, et otsida seal peituvaid aardeid!

Mingem ka meie nüüd ebatavalisele jalutuskäigule maailmaruumi avarustesse.

Teostagem samuti huviküllane matk aatomi sisemusse.

Maakeralt näivad tähed korrapäratult laiali pillatuna maailmaruumis.

Tegelikult toimub iga taevakeha liikumine range korra kohaselt.

Mitte üksikute ränduritena, vaid tervete «perekondadena» liiguvad planeedid ümber oma keskse tähe — oma päikese. Selliselt kujutatakse tavaliselt aatomit, ümbritsedes selle tuuma pöörlevate elektronidega.

Kosmilistes avarustes kerkivad esile terved tähtede maailma süsteemid. Nende suurus ületab igasuguse ettekujutuse, kuid igaüks neist süsteemidest ei võta maailma «kehas» rohkem ruumi kui aatom maakeras.

Imeliselt on ehitatud ka meie kosmiline laev.

Ratasteta ja tiibadeta, vaiksemalt kui veepinnal liuglev parv, kergemana õhupallist tormab see suur ainemass maailmaruumi ookeanil kiirusega umbes 30 km/sek.

Meie laeval ei ole mootorit ega kütust.

Nähtamatud jõuväljad juhivad kõikide kehade liikumist kosmilistes avarustes väikesest kuni suureni: imeväikesest elektronist, mis tiirleb ümber tuuma, mõõtmatu suurte tähegalaktikateni.

Iga jõuvälja, olgu see siis elektri-, magneti-, aatomituuma- või gravitatsiooniväli, võib ette kujutada kui keha materiaalsel pikendust üle tema nähtavate piiride.

Gravitatsiooniväljas peitub põhjus, mis tekitab planeetide ringliikumise.

Liikuv elektron on selle ümber tekkiva magnetivälja algpõhjuseks, kuna elektroni laeng, nagu iga laeng, on elektrivälja keskpunktiks.

Kõige väiksemate materiaalsete osakeste liikumist aatomi tuumas juhivad tuumajõud. Ettekujutuse elektrivälja jõudude suurusest võib saada järgmisest võrdlusest.

Kahuritorust välja lennanud mürsu igale grammile mõjub teatavasti umbes 10-kilone jõud. See jõud annab mürsule kiiruse umbes 1 km/sek. Kui aga võrrelda seda jõudu jõuga, millega elektriväli hoiab tiirlevat elektroni aatomituuma juures, siis alles tahtmatult imestame jõudude suuruse üle, mis mõjuvad aatomi osakeste vahel.

Ümber arvutatuna elektroni massi ühele grammile, saame selle suurusena 1 800 000 tonni!

Ülemaailmsele gravitatsioonijõule on allutatud kogu aine. Tähtedes on neile jõududele vastandatud kiirgus. Kiirgus takistab aine tihenemist üheks tombukeseks, mis oleks või-

nud saavutada 116 biljonit korda suurema tiheduse kui on veel.

Tormilised elektrimagnetilised lained, mis saavad alguse tähtede sisemuses, takistavad väljapoole levides tähemassi tihenemist. Tavalistes tingimustes on kiirgusrõhk väga väike. Võtame näiteks valguslained — footonid, milliseid saadab välja Päike. Jõudes maapinnale, rõhuvad päikesekiired sellele jõuga 0,3 milligrammi ruutmeetrile.

Päikesekiirte tõukejõud terve maakera valgustatavale pinnale moodustab vaid 60 000 tonni.

Kuid tähtede sisemuses, kus valitsevad fantastilised temperatuurid, mõõdetuna miljonites kraadides, esineb selline võimas kiirgus, mille rõhk on tohutu.

Sõltub ju kiirguse tõukejõud antud kiirguse võimsusest.

Kui näiteks Päikese välispinna temperatuur tõuseks järsku tuhat korda, võrreldes olemasolevaga, siis kiirguse tõukejõud tõuseks nii suureks, et kõik päikesesüsteemi planeedid lendaksid Päikesest eemale nagu jalgpallid tugevast jala-hoobist.

Kõik kehad maailmas, olgu need planeedid või aatomi osakesed, olles alalises liikumises, on ümbritsetud jõuväljadega, mille tõttu nad avaldavadki üksteisele vastastikust mõju.

Protoni positiivne laeng tekitab välja, mis on võimeline külge tõmbama negatiivselt laetud elektrone, elektroni negatiivne laeng aga, vastupidi, tekitab välja, mis tõmbab külge positiivselt laetud prootoneid. Nende väljade külgetõmbejõud tagab uute omadustega moodustise — aatomi — ilmutumise.

Jõudude mõjusuund jõuväljas on alati korrastatud. Nii näiteks tõmbuvad gravitatsiooniväljas kõik kehad, nii laenguga kui ka neutraalsed, ühtviisi kehade süsteemi massikeskme poole. Magnetiväli kujuneb ainult liikuvate laengute ümber ja tema mõju levib ka ainult liikuvatele laengutele.

Magnetivälja jõujooned on suunatud ühelt pooluselt teisele. Seejuures keha ühenimelised poolused tõukuvad, kuna isenimelised tõmbuvad. Elektrivälja jõujooned on suunatud ühelt laengult teisele. Siin samuti ühenimeliselt laetud kehad tõukuvad, kuna positiivse ja negatiivse elektriga laetud kehad tõmbuvad.

Aatomituumas esineva välja jõud on lähismõjuga. Nad mõjuvad kaugusele, mis ei ületa aatomituuma läbimõõtu, see on umbes 10^{-13} sentimeetrit. Need jõud seovad tuumas ühe-

tugevuselt nii positiivselt laetud osakesi — prootoneid kui ka laenguta tuumaosakesi — neutroneid.

Kui mõni liikuv keha satub välja jõujoonte mõjupiirkonda, siis liikumise sihi ja jõujoonte sihi ühtumisel keha kiirus hakkab suurenema, ta hakkab liikuma üha kasvava kineetilise energiaga.

Vastupidise liikumissuuna puhul hakkab keha kiirus vähenema, kuid see-eest suureneb sellisel liikumisel keha potentsiaalne energia.

Energia

Meie kaugete esivanemate tehnikas oli tähtsamaks liikumapanevaks jõuks hobune.

Esiisad rakendasid tööle auru, luues kümnete hobujõudude võimsusega jõumasinad.

Vanaisad läksid veel kaugemale. Nad «ohjeldasid» elektri, mis on võimeline sooritama kõige raskemaid ja ka kõige kergemaid töid. Ta töötab nii elektriveduris, mis tormab edasi tuhandetonnise koormaga, kui ka galvaani vannis, kus ei liigu mitte vagunid, vaid aatomid.

«Elektrienergia,» kirjutas Vladimir Iljitš Lenin, «on odavam aurujõust, ta paistab silma suure jagatavuse poolest.» Kerge jagatavuse suhtes ei saa elektrienergiat võrrelda ühegi teise energialiigiga.

Iga kogust sellest energiast võib muuta heliks, valguseks, soojuseks või mehhanismide tööks.

Kerge vajutus nupule, ja võrgust eralduv väike kogus energiat «elustab» elektrikõlisti.

Üks lüliti pööre — ja pimedus toas asendub kohe heleda elektrivalgusega.

Elekter karastab terast, keedab vett, soojendab triikraudu ja keeduplaate, s. o. teeb töid, kus varem oli vajalik tuli.

XVIII sajandil, kui tekkisid aurumasinad, oleksid sellised elektrienergia kasutamise võimalused näinud fantastilistena. Kuid see uskumatu muutus varsti reaalsuseks.

Mõned aastad tagasi näis fantaasiana ka aatomienergia kasutamise võimalus, meie päevil aga on see muutunud samuti reaalsuseks.

Tee aatomienergiani viis läbi aatomi ehituse tundmaõppimise. Sellel teel on nõukogude teadlased saavutanud suuri tulemusi.

Meie oleme harjunud nägema, et energiat toodavad suured soojusjõuseadmed, ja seni on veel raske ette kujutada, et mikroskoopiliselt väikestes ainehulkades võib peituda väga suurel hulgal energiat. Suur vene teadlane M. V. Lomonosov avastas jäävuse seaduse, mille ta sõnastas kõikehaaravalt nii mateeria kui ka energia kohta. Kuid pärast Lomonosovit «avastati» jäävuse seadus eraldi mateeria ja eraldi energia jaoks, arvates, et mateeria kohta on maksev üks seadus, energia kohta aga teine. See oli jäme viga, sest energia on lahutamatu seotud mateeriaga, ta on vaid mateeria liikumise mõõt. Sõna «liikumine» tähendab siin iga liiki muutusi, mis toimuvad mateeria olekus.

Kui te süütate küünla, siis leegi kuumus kisub tahkest küünlast esile gaaside joa. Kuum gaasi pilv tekitab hapnikuga ühinedes suurt kuumust, mis paneb hõõguma süsiniku osakesed valge helenduseni, mille tulemusel terve gaasipilv hakkab helendama, eraldades toa pimedusesse süsihappegaasi ja veeauru. Põlemisega, nagu tavaliselt kõnelatakse, kaasneb «energia vabanemine» ehk «energia eraldumine».

Tegelikult mingit energia «vabanemist» ega «eraldumist» ei toimu. Kui põlemise keemilisel reaktsioonil tekib soojus, siis tähendab see seda, et põlemisel tekkivate osakeste kineetiline energia on suurem küünla osakeste kineetilisest energiast. Soojus tekib liikumisest.

Antud juhul saadakse osa energiat kiirgusena, ülejäänud aga osakeste energiana, mis omakorda koosneb osakeste kineetilisest ja potentsiaalsest energiast. Kui viia kokkupuutesse näiteks tahke keha ja kõrge temperatuuriga gaas, siis nende vahel kujuneb mõne aja möödudes temperatuuride tasakaal. See tähendab, et gaasi molekulide kineetiline energia vähenes, kusjuures umbes pool sellest muundus tahke keha molekulide kineetiliseks energiaks, kuna ülejäänud osa suurendas nende potentsiaalset energiat. Kõik need energialiigid muunduvad lõpuks soojusenergiaks. Mida suurem on materiaalsete osakeste liikumise kiirus, seda kõrgem on meie poolt aistitav temperatuur. Nii näiteks liiguvad õhu molekulid meie toas keskmise kiirusega 450 m/sek. Seda õhu osakeste liikumist aistime kui mõnusat soojust.

Kuid nüüd me väljume toast ja astume välja, kus on neljakümnekraadne pakane. Mis teie arvate: kui palju muutub õhuosakeste liikumise kiirus külma käes? See on ainult 10—15 m/sek. võrra väiksem kui toas. Kui aga tänaval on

troopikakuumus, siis on õhuosakeste kiirus 10—15 m/sek. võrra suurem.

Hoopis erinevad kiirused on osakestel, mis saadakse aatomituuma purunemisel. Need kiirused on tuhandeid ja kümneid tuhandeid kordi suuremad kui õhu molekulidel.

Nii näiteks on elektronid, prootonid, neutronid, samuti ka aatomituumad ja tuuma killud võimelised läbima sekundis kaugusi, mida ei mõõdetata meetritega, vaid kilomeetritega. Mõnedes tähtedes liiguvad tuumaosakesed kiirusega 150 km/sek. Sellele kiirusele vastab umbes 40 miljoni kraadine temperatuur.

Põletades sütt ühendame me süsiniku ja hapniku aatomid süsihappegaasi molekuliks. Selle reaktsiooni temperatuur küünib sadadesse kraadidesse. Iga 12 grammi süsinikku eraldab 32 grammi hapnikuga ühinedes 94 000 kalorit soojust. Kuid reaktsiooni tulemusel ei saada mitte 44 grammi süsihappegaasi, vaid $4,35 \cdot 10^{-9}$ grammi võrra vähem. Sellisele massi vähenemisele, mis ulatub miljarditesse osadesse grammist, vastabki energia 94 000 kalori suurus. See, nagu me juba rääkisime, tähendab, et süsihappegaasi molekuli kineetiline energia on suurem kui lähteainete — süsiniku ja hapniku — aatomite kineetiline energia kokku.

Mass ja energia on teineteisest ranges sõltuvuses.

Mass-energia

Ainel on vähetuntud, kuid väga huvitav omadus suurendada oma massi energia omandamisel. Nii näiteks on elektriliselt laetud kehal suurem mass kui laenguta kehal, kuumutatul suurem kui külmal, liikuval suurem kui paigaloleval.

Tühjendatava akumulaatori kaal väheneb. Sama toimub ka kuuma tee jahtumisel. Kuid mõlemal juhul on massi vähenemine niivõrd tühine, et seda võib avastada vaid väga keerukate aparaatide abil, kuigi see matemaatiliselt on kergesti arvutatav.

Kaasaegne teadus opereerib tähtsa valemiga, mis väljendab seost massi ja energia vahel. Valemi nimetajaks on suur arv — $(3 \cdot 10^{10})^2$, see on valguse kiirus ruudus. Selle tõttu mõjub isegi ulatuslik energia muutumine väga vähe keha massile. Nii näiteks 216 tonni vee kuumutamisel 0 kuni 100 kraadini suureneb vee mass vaid 1 milligrammi võrra.

Kui keha liigub ja tema liikumiskiirus kasvab, siis keha energia peab suurenema, järelikult aga suureneb ka keha mass. Tavaliste liikuvate kehade kiirus ületab harva 1—2 kilomeetrit sekundis. Sellistel kiirustel on massi muutumine tühine.

Ühe kilogrammi raskune mürsk, millele on antud kiirus 1000 m/sek., suureneb kaalus vaid 5,5 miljardiku osa võrra grammist. Kui kiirus suureneks 10 korda, oleks massi suurenemine vaid miljondik osa protsendist.

Kuid maksab vaid üle minna kiirustele, mis on lähedased valguse kiirusele, näiteks elektronide liikumine kiirendajates, kui massi suurenemine muutub märgatavaks.

Elektroni kiirusel 150 000 km/sek. tema mass suureneb 2,5 korda, kuna kiirusel 297 000 km/sek. mass suureneb 7 korda; kõige kiirematel kosmilistel positronidel, millede kiirus on vaid 40 km/sek. võrra väiksem valguse kiirusest, on mass ligi 2 000 korda suurem paigal oleva positroni massist, ta on lähedane paigal oleva või aeglaselt liikuva prootoni massile. Liikuv mass on muutuv suurus. Ta sõltub liikumise kiirusest.

Valem, mis annab suhte energia ja massi vahel, vastab ka järgmisele väga huvitavale küsimusele: millise energiahulgaga on ekvivalentne mass. Iga aine ühes grammis on peidus tohtu kogus aatomienergiat.

Kui meie saaksime ära kasutada ühe grammi aine — söe, vee, uraani, raadiumi — kogu energia, siis jätkuks seda ühele 200-hobujõulisele mootorile töötamiseks ühe aasta vältel.

On vaja põletada kolm tuhat tonni sütt, et saada energiahulka, mis sisaldub aine ühes grammis. Nagu selgub, ei ole põletamine kaugeltki kõige efektiivsem viis energia kasutamiseks.

Samast aine hulgast võib aga saada miljardeid kordi rohkem energiat, kui seda põletamisel saadakse.

Energia hulk, mis sisaldub aine ühes grammis, vastab 25 miljonile kilovatt-tunnile ehk 20 miljardile kilokalorile. Sellise soojusehulgaga võib ajada keema terve järve vee, mahuga 200 000 kuupmeetrit. Kus siis peitub see energia?

Aatomi elektronide energia

Kaks hoopis erinevat maailma peituvad aatomis, selles üli-mikroskoopilises, liikuvate ja üksteist mõjutavate materia osade süsteemis, tuumas ja elektronkestas.

Tuum — see on aatomi «päike», elektronid aga «planeetid». Nad liiguvad tuuma ümber hiiglasliku kiirusega, moodustades nagu elektronide pilve.

Elektron, mille mass on $9,1 \cdot 10^{-23}$ grammi, kannab kõige väiksemat looduses avastatud negatiivset elektrilaengut. See laeng võrdub $1,6 \cdot 10^{-19}$ kuloniga.

Aatomituumal on keerukas ehitus. Ta koosneb prootonitest ja neutronitest. Prooton on tuuma osake, mis on laetud positiivse elektrilaenguga ja mille massiks on $1,67 \cdot 10^{-24}$ grammi.

Prootoni mass on 1840 korda suurem elektroni massist. Neutron — see on tuuma osake, millel ei ole elektrilaengut (on elektriliselt neutraalne). Neutroni mass on pisut suurem prootoni massist, nende mõõted on aga võrdsed. Aatomi ehitust kujutatakse nõukogude teadlase D. D. Ivanenko üldtunnustatud teooria kohaselt järgmiselt.

Lihtsa vesiniku (prootiumi) aatomi tuumas on 1 prooton, elektronkestas aga 1 elektron.

Raske vesiniku (deuteeriumi) aatomi tuumas on 1 prooton ja 1 neutron, elektronkestas aga 1 elektron.

Üliraske vesiniku (tritiumi) aatomi tuumas on 1 prooton ja 2 neutronit, elektronkestas — 1 elektron.

Heeliumiaatomi tuumas on 2 prootonit ja 2 neutronit, elektronkestas 2 elektroni, jne.

Elektronid kannavad vaid osa sellest energiast, mis peitub aatomis.

Elektronide energia vallutas inimene juba ammu.

Kõik keemilised reaktsioonid, mis viivad aatomite ühinemisele molekulideks ja seega uute ainete moodustumisele, toimuvad elektronide energia mõjul. Seega on planeetidel põhiliselt toimuvad protsessid seotud elektronide energiaga.

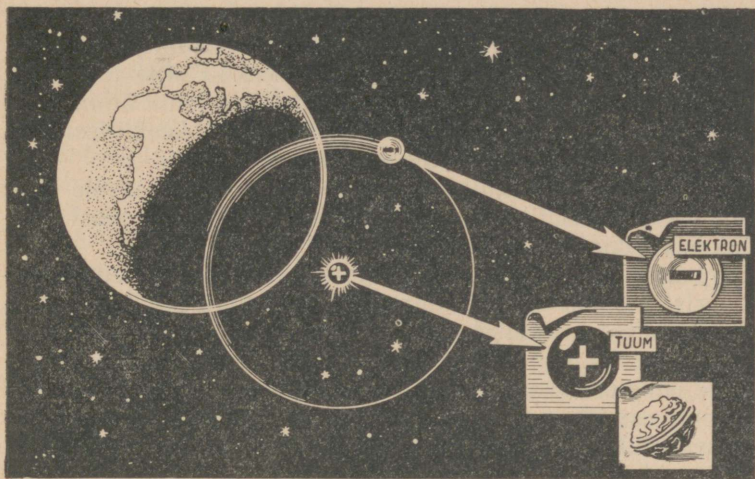
Kuivõrd suur on see energiahulk, võib näha elektroni massi võrdlusest aatomituumaga massiga.

Aatomituum on aatomist miljoneid kordi väiksem, kuid sellele vaatamata on temasse koondunud 99,95% kogu aatomi massist, ja järelikult ka energiast. Elektronidele jääb ainult 0,05% aatomi massist. Kui arvutada välja, mitu korda aatomituumaga energia ületab elektronide energia, siis

mitmesuguste aatomite kohta see arv kõigub 1840 ja 4500 vahel.

Tähendab, aatomituum on aatomienergia peamise osa kandjaks. Selle energiaga on seotud aine muundumise protsessid, mis toimuvad maailmaruumi tähemaailmades.

Lugematu hulk tähti särab maailmaruumis, kiirates sinna vahetpidamata energiat. Kustumatu lõkkena «lõõmab» ka Päike, valgustades ja «küttes» meie planeeti. Kui selles «lõkkes» oleksid põlenud puud või süsi, s. o. tavaline meie



Kui vesinikuaatom suurendada Maa mõõdeteni, siis oleks tuum selle kera keskel pähklisuurune, elektron aga liiguks mööda Maa pinda.

Maal esinev kütus, siis oleks kogu tema mass juba ammu täielikult ära põlenud. Ometi kestab Päikese «põlemine» juba miljardeid aastaid ja ei ole sugugi märgata, et ta hakkaks kustuma.

Meie Päike kiirgab vahetpidamata tähtedevahelisesse ruumi energiat sellisel hulgal, mis miljardeid kordi ületab Dneprogesi poolt toodetava energiahulga.

Sellise tähtede pideva ja energilise «põlemise» saladus peitub selles, et aine muundumise protsessid kulgevad tähtedel planeetidega võrreldes hoopis erinevalt.

Planeetidel ühinevad aatomid molekulideks, moodustades mitmesuguseid aineid.

Tähtedel moodustuvad aatomid ja nende tuumad ise aatomi osakeste — prootonite, neutronite ja elektronide — ühinemise tagajärjel.

Planeetidel toimuvad põhiliselt keemilised reaktsioonid, s. o. reaktsioonid, mis sõltuvad aatomi elektronide energiast.

Tähtedel aga on ülekaalus tuumareaktsioonid, s. o. reaktsioonid, mis on seotud aatomituuma energiaga. Energiahulk, mida need reaktsioonid annavad, on tohutu suur. Nii näiteks tuumareaktsioon, mille juures vesinikust moodustub gramm-aatom, s. o. 4 g heeliumi, annab soojust umbes 620 miljardi grammkalori ulatuses. See on 6,2 miljonit korda rohkem kui võib anda ühe gramm-molekuli aine tekkimine keemilisel reaktsioonil, s. o. $6,02 \cdot 10^{23}$ aatomi ühinemisel molekulideks. Et saada sellist energiahulka keemilisel teel, selleks on vaja põletada umbes 100 tonni sütt.

Grammid ja tonnid «kütust» — selline on masside suhe tuuma- ja keemilistel reaktsioonidel, mille tulemusel saadakse võrdne hulk energiat.

Spektraalanalüüsiga on tehtud kindlaks, et tähtede atmosfääril moodustab ühe kolmandiku vesinik, mis ongi põhiliseks tähtede «kütuseks».

Jälgime, kuidas toimub selle «kütuse» «põlemine». Kujutame endale ette järgmist pilti: keset lõputut hulka liikuvaid aatomituumi lähenevad mõned neist üksteisele. Kuid elektrilised tõukejõud ühenimeliselt laetud osakeste vahel sunnivad neid osakesi üksteisest jälle eemalduma.

Et võimalduks «põlemise» protsess, s. b. aatomite sünteesi protsess, selleks peavad osakesed omama kineetilist energiat, mis oleks küllaldane elektriliste tõukejõudude ületamiseks. Osakeste kineetiline energia, nagu teada, on määratav temperatuuriga. Nii näiteks prootonite soojusliku liikumise keskmisele energiale, mis võrdub 100 elektron-voldiga, vastab temperatuurina umbes 1 miljon kraadi. Kui aga prootonite keskmise kineetilise energia hulk on võrdne 10 miljoni elektron-voldiga, siis temperatuur väljendub sadaes miljardites kraadides.

Tähtede sisemuses valitseb teatavasti temperatuur, mida mõõdetakse miljonites kraadides. Sellistel temperatuuridel võivad juba toimuda tuuma sünteesi reaktsioonid: näiteks kahest prootonist moodustub raske vesiniku — deuteeriumi — aatomi tuum, mille juures ühe prootoni muundumisel neutroniks lahkub positron ja neutrino. Iga gramm prooto-

neid, mis võtab osa sellest reaktsioonist, annab energiat umbes 2 miljonit elektron-volti.

Moodustuv raske vesiniku aatomi tuum võib veelgi liita ühe prootoni, mille tulemusel saadakse kerge heeliumi aatomi tuum, mis koosneb 2 prootonist ja 1 neutronist. Selline reaktsioon esineb juba 300 000—400 000 kraadi juures. Energiahulk, mis saadakse 2 g deutrone ja 1 g prootonite «liitumisel» kerge heeliumi tuumadeks, on võrdne 10 miljoni elektron-voldiga, mis vastab 230 000 000 kilokalorile.

Veel suurema energiahulga võib anda reaktsioon, kus «liituvad» 3 g ülraske vesiniku aatomi tuumi 1 g prootonitega, saades selle juures heelumiaatomi tuumad — heelionid. See energiahulk on võrdne 19,9 miljoni elektron-voldiga!

Reaktsioonist võtab osa vaid 4 g ainet, kuid milline tohutu hulk energiat saadab selle aine üleminekut uude kvaliteeti!

Võib endale ette kujutada ka keerukamate aatomituumade tekkimist. Nii näiteks annab prooton koos süsinikuaatomi tuumaga ebastabiilse aatomituuma. See tuum omakorda annab ühe prootoni muundumisel neutroniks raske süsiniku aatomi tuuma, millist esineb vähesel hulgal ka meie maa-keral leiduvas tavalises söes.

Liites raskele süsinikule veel ühe prootoni, muundub see lämmastiku isotoobi aatomi tuumaks.

Veel kaks liidetavat prootonit — ja saadakse hapniku-aatomi tuum. Igâ uue tuuma tekkimist tähistab energeetiline «ilutulestik», mille energia suurus ulatub miljonitesse elektron-voltidesse.

Temperatuur tähtede välispinnal on hulga madalam kui nende tsentrumis. Nii näiteks on temperatuur Päikese pinnal 6 000 kraadi. Sellisel temperatuuril Päikese tsentrumi massist väljuv tuuma osake ümbritseb ennast elektronidega, sest aatomi tuum tõmbab tugeva elektrivälja abil ligi vastava arvu elektrone.

Nii tekivad aatomid.

Mille arvel ilmub siis tuumareaktsioonide energia?

Kiirgusenergia

Aatomituumade kujunemine prootonitest ja neutronitest on seotud teatud massi osa vähenemisega: uue kujunenud tuuma mass on väiksem seda kujundanud osakeste massist.

Võtame näitena järgmise tuumareaktsiooni: liitumi tuuma,

mis koosneb 3 prootonist ja 4 neutronist, satub prooton. Uus tuum ei ole püsiv, ta laguneb kohe kaheks heeliumiaatomi tuumaks. Reaktsioonist osa võtnud aatomiosakeste massid on järgmised: liitiumi tuum — 7,01818, prooton — 1,00813 ja heeliumi tuum — 4,00389. Reaktsioonist osa võtnud masside summa oli $7,01818 + 1,00813 = 8,02631$, kujunes aga $4,00389 \cdot 2 = 8,00778$, s. o. 0,01853 võrra väiksemaks. Massi vähenemisele, ümber arvatuna gramm-aatomile, vastab energia vabanemine 17,25 miljoni elektron-voldi ehk 390 000 000 kilokalori suuruses.

Me teame juba, et igale keha massi muutumisele vastab täpsel määral selle keha energia muutumine. Tuuma teatud osa massi vähenemist tuumareaktsiooni tagajärjel tuleb vaadelda kui massi, mis kandub eemale kiirgusenergiaga (footonitega) ja aineosakeste kineetilise energiaga. Seda protsessi tuleb mõista mitte kui massi muundumist energiaks, vaid kui massi hulga muutumist, millega alati kaasas käib energia hulga muutumine.

Tuumareaktsioonidel kujunenud osakestel on suur kineetiline energia, mis saadakse tuuma- ja elektriväljade töö arvel. Kineetiline energia põhjustab temperatuuri tõusu ainult ümbritsevas keskkonnas, samal ajal kui kiirgus hajub elektromagnetiliste lainetena maailmaruumi, viies mõõtmatuks kaugustesse tuumareaktsioonide energiat, mis tekib tähtede sisemuses.

Tuuma massi vähenemine annab tunnistust sellest, et süsteemi energia vähenes, kuna tuuma püsivus suurenes. Kui võrrelda Mendelejevi tabelis esinevate aatomite tuumade püsivust, siis näeme, et algul see tõuseb, saavutab maksimumi raua juures ja hakkab siis langema. Keemiliste elementide aatomituumade püsivusega seletubki põhiliselt ühe või teise elemendi levik looduses.

Osakestel aatomi tuumas on nii kineetilist kui ka potentsiaalset energiat. Nende energiatega summa on võrdne osakeste seose energiaga.

Energia, mis seob iga osakest raske vesiniku aatomi tuumas (deutronis), on võrdne 1,09, üliraske vesiniku aatomi tuumas (triitonis) — 2,78 ja heeliumiaatomi tuumas (heelionis) — 7,03 miljoni elektron-voldiga. Kui osakeste potentsiaalne energia saab ülekaalu kineetilise energia suhtes, siis aatomituumas püsivus tõuseb.

Kaks tuumaosakest on deutronis ühendatud ühe sidemega, kolm osakest triitonis — kolme sidemega, neli osakest hee-

lionis — kuue sidemega. Tähendab, osakeste potentsiaalne energia on näiteks heeliumi tuumas kuus korda suurem kui deutronis, kuna kineetiline energia on vaid kahekordne, sest osakeste arv heelionis ületab ainult kaks korda osakeste arvu deutronis. Osakeste potentsiaalse energia ülekaaluga nende kineetilise energia suhtes seletubki raske vesiniku aatomi tuuma püsivus. Tuumaosakeste potentsiaalne energia aga sõltub tuuma välja jõududest.

Aatomituumas mõjuvad väga suured tuumajõud. Nad ühendavad tuumas prootonid ja neutronid, kuid neile on vastandatud elektrilised jõud, mis tõukavad prootoneid üksteisest eemale jõuga, mis on ekvivalentne energiaga 1 miljon elektron-volti. Teiste sõnadega, aatomituumas on vastandatud kahe välja jõud. Tuuma jõuväli, mis seob prootonid ja neutronid aatomituumas, on suurema mõjuga kui elektriväli, mis tõukab ühenimeliselt laetud osakesi. Esimesed teevad tuuma tugevaks, teised aga püüavad seda kobestada.

Tuumavälja jõud ei ulatu üle ühe aatomi tuuma läbimõõdu, see-eest on nad palju tugevamad kui elektrivälja jõud, mis mõjuvad prootoneile tõukavalt samal kaugusel. Kaugemal on tuumajõud tähtsusetult väikesed, kuid elektrilised jõud on märgatavad ka 2—3 aatomi läbimõõdu kaugusel.

Sellega on seletatav asjaolu, et heeliumiaatomi tuumas, mis koosneb 2 prootonist ja 2 neutronist, tuumajõud saavutavad oma maksimumi. Jõuväljad, kattes üksteist, kindlustavad aatomituuma püsivuse.

Koos tuuma massi suurenemisega kasvab temas ka prootonite arv, seoses sellega hakkavad aga tõukejõud mõjuma üha tugevamalt.

Osakeste muundumine

Looduses esineb kaks aine muundumise protsessi, mille juures vabaneb aatomituuma energia. Esimene on aatomi kujunemise protsess. Selle protsessi energia hoiab alal tähtede «elu» ja elu planeetidel.

Teine — aatomi purustamise protsess — on aine radioaktiivne lagunemine.

Nii ühes kui teises protsessis viivad rohkem kui poole kogu kiirgusenergiast ära osakesed, millelele pandi nimeks neutrino.

Mis osakesed need on?

Pikemat aega ei olnud seletust beetaradioaktiivsusele. Beetakiired on elektronide vood, mis väljuvad radioaktiivsete aatomite tuumadest. Nende tekkimine näis saladuslikuna, sest aatomi tuumas ei ole elektrone.

Meie teadlased avastasid beetakiirguse loomuse, seletades seda tuuma osakeste üleminekuga uude, väiksema energiaga olukorda. Neutron läheb üle prootoniks; sellel üleminekul tekib elektron, mis eraldub tuumast.

Jäi lahendada veel üks küsimus: miks lendavad elektronid erinevate kiirustega, kuigi aatomid, mille purunemise tulemusena need elektronid ilmusid, olid enne ühesugused, samuti ei erine üksteisest ka tuuma osakesed pärast tuuma purunemist.

Teoreetiliste arvutuste põhjal tehti oletus, et beetakiirgusel tuumad «kaotavad» võrdselt energiat, kuid elektronid kannavad sellest vaid osa, teist osa kannavad teised osakesed — neutronid.

Nagu selgus, tõuseb aatomituuma laeng pärast beetakiire eraldumist ühe ühiku võrra, see on aga võimalik aatomituumas vaid neutroni muundumisel prootoniks, mille juures eralduvad elektron ja neutrino, kusjuures neutrino viib kaasa kuni kaks kolmandikku beetakiirguse energiast ja ainult üks kolmandik jääb elektronide arvele.

Võrreldes prootoni ja neutroni aatomkaale, näeme, et prootonil on see väiksem. Neutroni aatomkaaluks on 1,00895, aga vesinikuaatomil, s. o. prootonil ja elektronil kokku — 1,00813 aatomkaaluühikut. See neutroni ülekaal prootoni ja elektroni summaarsest kaalust näitab samuti seda, et neutroni muundumisel prootoniks peab peale elektroni eralduma veel üks aineosake, mis ongi neutrino. Öeldust tuleb veel järeldada, et neutron kujutab enesest sellist energeetilist süsteemi, mis ei saa püsida kaua vabas olekus. Ta laguneb nagu radioaktiivne aine, andes prootoni, elektroni ja neutrino.

Neutrino on kõige väiksem osake. Tema mass on vaid mõni kümnendik elektroni massist, laeng aga võrdub nulliga, nagu footonil. Kuid footonid, langedes mõnele kehale, «kustuvad», kuna nende energia neelavad aine aatomid. Sootuks teisiti on lugu neutrinoga. Olles oma füüsilise loomuse poolest lähedane footonile, omab ta aga suure läbitungivuse. Iga keha, sõltumata kihipaksusest, on neutrinole niisama «läbipaistev» nagu kvartsklaas footonitele.

Kiired neutrinod võivad läbistada isegi aatomituumi, kus «vahed» tuuma osakeste vahel on neile niisama suured kui raudteesilla sõrestiku vahed püssikuulile.

Tuumareaktsioonidel võib tähele panna ka vastupidist: prootoni üleminekut neutroniks. Sellisel muundumisel eralduvad positron ja neutrino. Sellest muundumisreaktsioonist ei tule sugugi järeldada, et prooton koosneb neutronist, positronist ja neutronost ning et neutron saadakse prootoni, elektroni ja neutrino mehaanilisest liitmisest.

Siin tuleb peatuda kaasaegsel seletusel tuuma osakeste vastastikusest toimest jõuvälja abil.

Kvantide mehaanika järgi vastavad igale jõuväljale teatud osakesed. Sellisteks osakesteks peetakse gravitatsioonivälja jaoks hüpoteetilisi gravitone, elektromagnetilise välja jaoks reaalselt esinevaid footoneid ja tuumavälja jaoks mesoneid — osakesi, mis on saadud katsetel; nende mass on 200 korda suurem kui elektronil.

Tuntud nõukogude füüsik D. D. Ivanenko avaldab arvamust, et gravitatsioonivälja elemendid — gravitonid võivad muunduda tavalisteks elementaarosakesteks. Nii näiteks muunduvad elektron ja positron kaheks gravitoniks ja ümberpöörduvalt.

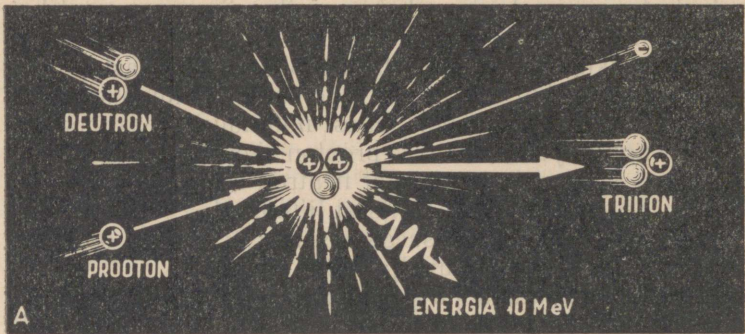
Sellise muundumise tõenäosus nõrga välja puhul on väga väike. Ta väljendub arvuga 10^{-82} . Kuid välja energia tõusuga suureneb see tõenäosus kiiresti.

«Tänu näidatud muundumiste võimalikkusele,» kirjutab D. D. Ivanenko, «kustutatakse terav piir gravitatsioonivälja ning teiste väljade ja osakeste vahel, mis esines kõikides eelnevates vaadetes tõmbejõule.»

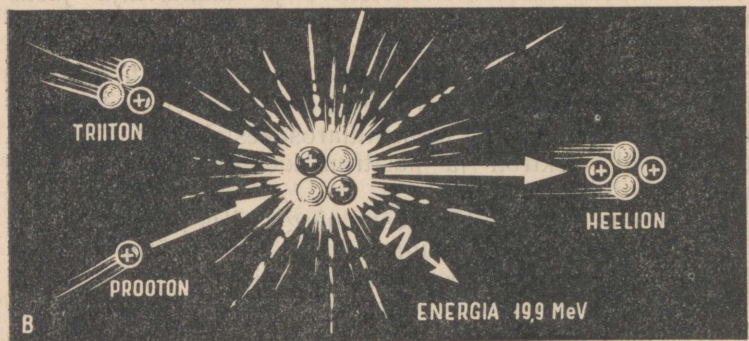
Ivanenko hüpoteesi võib vaadelda kui esimest sammu teel ühise pildi loomisele aine ehitusest.

Teine nõukogude teadlane I. J. Tamm seletas tuumavälja osakeste — mesonite — abil prootonite ja neutronite vastastikust toimet aatomituumas. Vastavalt tema hüpoteesile eralduvad neutroni muundumisel prootoniks negatiivse laenguga meson, mis varsti laguneb elektroniks ja neutroniks. Kui aga, vastupidi, prooton muundub neutroniks, siis eralduvad positiivse laenguga meson, mis laguneb positroniks ja neutroniks.

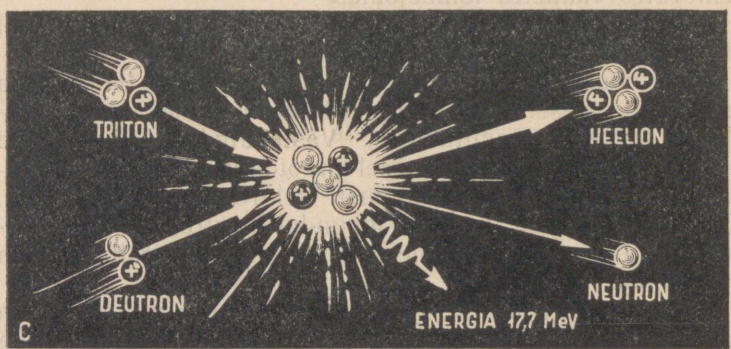
Mesonid, nagu näeme, on tuumavälja osakesteks, mis on vastastikuses mõjutuses tuuma osakestega. Kuid laenguga mesonite vahetus selgitab vaid prootoni ja neutroni vastastikust toimet. Kahe prootoni või kahe neutroni vastastikune



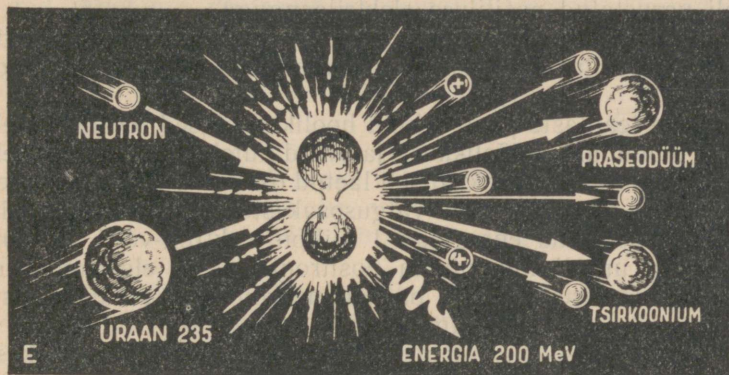
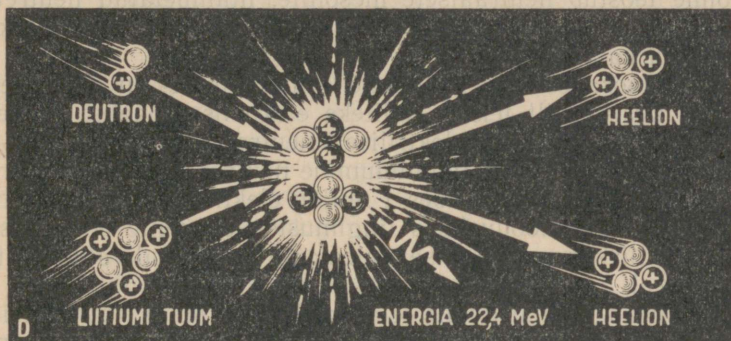
välja jaoks hüpoteetisel gravitatsioon, elektromagnetilise välja jaoks reaalsetel esinevatid lootuvad ja tuumavälja jaoks



tiin teiste väljade ja osakeste vahel, mis caimes kõikides



mesonite välistus seelgib veld prootoni ja neutroni vastas-
tunst toimet. Kaste prootoni või kaste neutroni vastastekku



Aatomienergiat võib saada kahel teel: uute elementide sünteesi teel (joon. A—D) ja keerukate aatomite lagunemisel lihtsaiks (joon. E). Näiteks sünteesi tuumareaktsioonil, mille tulemusena 3 grammist trüitoneist ja 1 grammist prootoneist saadakse 4 grammi heelione, eraldub energiat umbes 19,9 miljonit elektron-volti. 235 grammi uraani lagunemisel aga eraldub 200 miljonit elektron-volti, s. o. 10 korda rohkem. Võrdsele massile ümber arvestatuna on heeliumiaatomite tuumade sünteesi energia siiski suurem kui uraaniaatomite lagunemise energia.

toime teostub neutraalsete mesonite, niinimetatud neutretode abil. Nende olemasolu on nüüd õnnestunud kindlaks teha ka katsetega.

Tuumaosakeste vastastikune muundumine on üleminek ühelt kvaliteedilt teisele, näiteks elektriliselt laetud osakesest — prootonist — elektriliselt neutraalseks osakeseks — neutroniks. Prootoni muundumine neutroniks toimub suure energia kulutusega, umbes 1 miljon elektron-volti. Seetõttu meie ei leiagi looduslikes tingimustes elemente positronse radioaktiivsusega. Selliseid elemente on loodud vaid kunstlikul teel.

Positron on haruldane elanik Maal. Meid tutvustasid temaga esmakordselt teadlased, kes avastasid positroni nõndanimetatud kosmilistes saagarates.

See «elementaariosake» osutus elektroni poolvennaks, kuid oli varustatud positiivse elektrilaenguga.

Kuid ei elektron ega positron ole muutmatu osake. Elektroni ja positroni kokkupõrkel muunduvad nad kaheks footoniks.

Meie teadlaste poolt tehtud hoolikad katsed tõestasid sellise muundumise tõelikkuse ja viisid uutele avastustele. Selgus, et mitte üksi elektriliselt laetud osakesed võivad «ümber sündida» neutraalseteks valgusosakesteks, vaid ka footonid ise, varustatuna energiaga 1 miljon elektron-volti, on võimalised uuesti muunduma positronideks ja elektronideks. Selle avastuse valguses on kohane kõnelda ka hüpoteesist, mis eeldab footonite jagatavust.

Vastavalt sellele hüpoteesile vaadeldakse valgusosakest kui kahe neutrino liitumise tagajärge.

Aatomi plahvatus

Tuletage meelde muinasloos haldjat, kes kinkis vaesele poisile oma rahakoti, millest võis lõpmatuseni võtta münte, kartmata seda tühjendada.

Selliseks «rahakotiks» osutus keemiline element raadium, «müntideks» aga — radioaktiivne kiirgus.

Teadlased kasutasid radioaktiivse kiirguse energiat selleks, et teostada alkeemikute palavat unistust — muuta elemente. Raadiumi alfakiirtega läks korda muuta lämmastik hapnikuks ja alumiinium räniks.

Hiljem kasutasid füüsikud raadiumi looduslike kiirte ase-

mel aatomituuma purustamiseks kunstlikke «mürske» — prootoneid, andes neile elektrivälja abil vajaliku kiiruse.

Uus meetod, mille väljatöötamises oli esmajärguline osa meie teadlaste töödel, kaotas loodusest sõltuvuse aatomituuma probleemi uurimisel.

See uus meetod võimaldas reguleerida osakeste lennukiirust ja suunata nende voogu kitsa kimbuna, mida varem ei olnud võimalik teostada iselaguneva raadiumiaatomi poolt kiirataivate alfaosakestega.

Edaspidi valis teadus just selle tee, kunstlike «aatomimürskude» ärakasutamise tee.

Lühikese ajavahemiku jooksul aatomi sisemuse võitmise eest peetava võitluse rindel leiutati erilised «aatomikahurid», niinimetatud tsüklotronid, sünkrotronid, fasotronid, beetatronid. «Mürskudeks» sellele aatomikahurväele olid elektronid, prootonid, deutronid, neutronid ja isegi ülivõimsad footonid.

Mitmesuguse energiaga «mürskude» abil tehakse kaasajal radioaktiivseiks peaaegu kõik Mendelejevi tabeli keemilised elemendid. Seejuures võib saavutada mitut liiki radioaktiivsust.

Kunstlikud radioaktiivsed elemendid võivad kiirata elektrone, prootoneid, positrone, alfaosakesi, neutroneid ja footoneid. Mõned elemendid kiirgavad nagu raadiumgi mitut erisugust osakest.

Radioaktiivsus — see on üks imestamisväärsemaid loodusnähtusi. Radioaktiivsete elementide aatomite tuumad heidavad iselagunemisel enesest osakesi ja footoneid, mis omavad suure energia. Kuid selles lagunemises ei ole midagi saladuslikku. Iga aatomituum on püsiv seni, kuni pole rikutud tema energeetilist süsteemi, kuni on tasakaalus tõmbe- ja tõukejõud, mis mõjuvad osakeste vahel tuumas. Maksab vaid rikkuda seda jõudude tasakaalu, näiteks prootoni sisestamisega, ja tuum kaotab püsivuse. Kui ebapüsivas aatomituumas on prootoneid rohkem kui neutroneid, siis energeetiline süsteem tasakaalustub prootoni muundumise arvel neutroniks, kusjuures eralduvad positron ja neutrino. See on niinimetatud positroniline radioaktiivsus.

Positroniline kiirgus on täheldatav radioaktiivse süsiniku aatomil, mille tuumas on 6 prootonit ja 4 neutronit, radioaktiivsel lämmastikul, mille tuumas on 7 prootonit ja 6 neutronit, radioaktiivsel ränil ja teistel radioaktiivsetel elementidel, mille tuumades on prootoneid rohkem kui neutroneid.

Kui ebapüsivas tuumas on prootoneid vähem kui neutrone, siis energieetiline süsteem tasakaalustub neutroni muundumise arvel prootoniks. Seejuures eraldub tuumast elektron ja neutrino. Sellist radioaktiivsust nimetatakse elektroniliseks. Boori radioaktiivse isotoobi aatomi tuumas on 5 prootonit ja 7 neutronit, s. o. 12 tuumaosakest.

Ta on ebapüsiv. Üks neutron muundub temas prootoniks ja boori asemel saadakse teine keemiline element — süsinik, mis on püsivam kui boori isotoop.

Mis siis toimub tuumas, kui sinna satub «mürsk»?

Tuumaosakesed on alalises liikumises. Tuuma tabanud «mürsk», mis omab miljoneid elektron-volte energiat, kulutab selle energia tuumaosakeste kineetilise energia suurendamiseks.

Oletagem, et me tulistame üliraske vesiniku aatomi tuumadega.

Mürsuga, mis koosneb 2 neutronist ja 1 prootonist ning mis on varustatud 20—40 miljoni elektron-voldise energiaga, tulistame antimoniatomeid, mille tuumades on 121 neutronit ja 51 prootonit. Iga tuuma otsetabamus kutsub esile sellest 4 neutroni lahkumise. Uue aatomi tuuma jääb 119 neutronit ja 52 prootonit. Mendelejevi tabelist me leiame keemilise elemendi 52 prootoniga; see on telluur, antimoni parempoolne naaber.

Suurendame löögi tugevust.

Anname «mürskudele» 50 miljoni elektron-voldise energia ja tulistame uuesti antimoniatomeid. Saavutades otsetabamuse, oleme tunnistajateks, et aatomituumast lahjub juba 5 neutronit. Nüüd moodustub antimoni asemel telluuri isotoop, millel 118 neutroni kohta on 52 prootonit.

100 miljoni elektron-voldilise energiaga «mürsk» lööb tuumast välja umbes 20 osakest, s. o. ta on võimeline alandama tuuma laengut 20 ühiku võrra.

Ei ole raske taibata, et on olemas mingi energia piir, kus «mürsu» tabamus suurendab aatomituuma osakeste liikumise kiiruse teatud kriitilise kiiruseni. Tuumaosakeste kineetiline energia ületab siis kaugelt nende potentsiaalse energia ja kõik osakesed, varustatuna suure kiirusega, lendavad laiali.

Toimub aatomi «plahvatus».

Selline «plahvatus» esineb praktiliselt siis, kui aatomituuma tulistada raske vesiniku aatomitega umbes 200—400 miljoni elektron-voldise energiaga.

Aatomienergia

Kunagi tulevikus avarates ja valgetes muuseumisaalides peatab ekskursioonijuht külastajate grupi väikese vitriini ees. «Vaadake siia,» ütleb ta, «siin säilitatakse dokumenti, mis paljastab ameerika imperialiste kohutavas kuritöös — aatomienergia kasutamises inimeste hävitamiseks.»

Ja inimesed, kes ei tunne ei sõda ega sõjaähvardust, inimesed, kes kasutavad aatomienergiat selleks, et saada valgust ja soojust, et panna tööle tööpinke ja transporti, loevad mineviku dokumendilt:

«16 tundi tagasi heitis Ameerika lennuk tähtsale Jaapani sõjaväebaasile Hirošimale pommi, millel on suurem purustav jõud kui 20 000 tonnil lõhkeainel.

Ameerika Ühendriikide president H. Truman
6. augustil 1945. aastal.»

Neil päevil, kui nõukogude rahvas võitles üks ühe vastu saksa fašismiga, seadsid imperialistlikud kiskjad Ameerikas mitmelt maalt erinevate põhjendustega kokkuveetud teadlastele sisse «aatomilaagrid». Neis laagreis teostati sõja ajal uurimistöid aatomienergia ärakasutamiseks aatompommide tootmise eesmärgil. Tehtud tööde tulemused kasutati kuritegelikult ära Hirošima ja Nagasaki linnade purustamiseks, kus verise ja hirmsa eksperimendi objektideks olid naised ja lapsed.

Aatomiplahvatused Jaapanis teise maailmasõja lõpul valgustasid rahvusvahelisi bandiite Ameerika Ühendriikides nende töös kolmanda maailmasõja ettevalmistamisel. Nad relvastusid aatomipommidega, vehkisid nendega diplomaatilistel nõupidamistel, uhkustades küüniliselt aatompommi saladuse monopoolse valdamisega.

Kuid varsti langes avantüür aatompommiga põrmuks, sest ta oli rajatud täiesti väärale arvestusele — nagu oleks Ameerika Ühendriikidel aatomirelva monopol. Tegelikult ei teinud Nõukogude valitsus sellest saladust, et tema käsutuses on aatomirelv. Juba 1947. aastal teatas ta rahvusvahelisele avalikkusele, et aatompommi saladust enam ei ole. Kuid sõjasüütajad ei lõpetanud santaaži. Nad püüdsid hirmutada rahvaid «üli-aatompommidega», niinimetatud vesinikupommiga, millise nad kavatsesvat valmistada tähtedel toimuva reaktsiooni põhimõttel — vesiniku «kokkusula-

tamisel» heeliumiks. Ameerika ajakirjandus kirjeldab igakülgsest selle ainult imperialistlike kiskjate sõjapsühhoosist segi läinud peades eksisteeriva pommi purustusjõudu.

Ähvardades maailma aatomi- ja vesinikupommidega, ei arvestanud inglise-ameerika aatomlased, millise võimsa rindena astub rahu kaitseks välja nõukogude rahvas ja kogu progressiivne inimkond. Nad unustasid selle, et meie maal, mis seisab rahuvalvel, on palju ära tehtud aatomienergia alal.

J. V. Stalin ütles: «... Hiljuti viidi meil läbi aatompommi ühe liigi katsetamine. Mitmesuguse kaliibriga aatompommide katsetamist viiakse läbi ka edaspidi meie maa kaitsmiseplaani kohaselt agressiivse Inglise-Ameerika bloki kallaletungi vastu.»

Seoses aatompommi katsetamisega meil löövad Ameerika Ühendriikide reaktsioonilised ringkonnad hädakella ja karjuvad ähvardusest Ameerika Ühendriikide julgeolekule.

Kuid sellisel alarmil ei ole mingit alust.

«Ameerika Ühendriikide tegelased,» selgitab J. V. Stalin, «teavad, et Nõukogude Liit on mitte üksnes aatomirelva kasutamise vastu, vaid ka selle keelamise poolt, selle tootmise lõpetamise poolt. Teatavasti on Nõukogude Liit korduvalt nõudnud aatomirelva keelamist, kuid ta on iga kord saanud Atlandi bloki riikidelt äraütleva vastuse. See tähendab, et Ameerika Ühendriikide kallaletungi korral meie maale Ameerika Ühendriikide valitsevad ringkonnad kasutavad aatompommi. Just see asjaolu sundiski Nõukogude Liitu omama aatomirelva, et täiesti ettevalmistatult agressoreid vastu võtta.

Muidugi agressorid tahavad, et Nõukogude Liit oleks relvadeta nende kallaletungi korral temale. Kuid Nõukogude Liit ei ole sellega nõus ja arvab, et agressorit tuleb vastu võtta täiesti ettevalmistatult.

Järelikult, kui Ameerika Ühendriigid ei mõtle kallale tungida Nõukogude Liidule, tuleb Ameerika Ühendriikide tegelaste ärevust pidada põhjendamatuks ja võltsiks, sest Nõukogude Liit ei mõtle kunagi kallale tungida Ameerika Ühendriikidele või mõnele teisele maale.»

Nõukogude teadlased avastasid lühikese ajaga pärast sõda meetodi aatomienergia tootmiseks.

Ühest kilogrammist söest eralduv aatomienergia võrduks kogu maailma energeetiliste seadmete ööpäevase energiatoo-

danguga. Need seadmed aga põletavad seda iga päev umbes 5 miljonit tonni.

1 kg sütt annab põletamisel ainult 8,5 kilovatt-tundi, aatomienergia hulk selles söekoguses on aga 3 miljardit korda suurem.

Uraaniaatomi tuuma purustamise tagajärjel saadakse killud, mis kannavad suuri positiivseid elektrilaenguid. Need ühenimeliselt laetud osakesed tõukuvad üksteisest sellise jõuga, et kineetiline energia küünib kümnetesse ja isegi sadadesse elektron-voltidesse. Sellistele liikuvate osakeste kiirustele vastab väga kõrge temperatuur.

Kildude kineetiline energia moodustab umbes 83% kogu energiast, mis eraldub purunevast uraaniaatomi tuumast. Ülejäänud 17% energiat eraldub kiirgusena. Siia kuuluvad gammakiired, elektronide kineetiline energia ja energia, mille kannavad eemale neutrinod. Üle poole kiirgusenergiast langeb neutrinodele. Ülejäänud osa langeb elektroni-
dele ja gammakiirtele.

Tuumaosakeste liikumisenergia ja kiirgusenergia moodustavadki selle energia, mida meie nimetame tuuma- ehk aatomienergiaks.

On teada, et igas sekundis eraldub igast grammist raadiumist 37 miljardit tuumaosakest, millest igaüks kannab energiat 5 miljonit elektron-volti, mis vastab $1,6 \cdot 10^{-13}$ kalorile ehk $2,2 \cdot 10^{-19}$ kilovatt-tunnile.

Ja siiski see omapärane energiapurse ei ole oma kontsentratsioonilt suur.

Kuluks ära kaks kuud, et koguda energiat, mida kiirgab 1 g raadiumi, niisuguse määrani, mis võimaldaks ajada keema klaasi vett.

Kõnelda radioaktiivsuse energeetilisest ärakasutamisest tähendaks seepärast sama, kui rajada hüdroelektrijaam tilkhaaval kõrgmäestiku järvest langeva vee baasile.

Loomuliku radioaktiivse lagunemise asemele, mis kestab aastatuhandeid, avastasid teadlased tee aatomituumade kunstlikuks ja silmapilkseks purustamiseks, et sellise purustamise tagajärjel saada suure kontsentratsiooniga energiat.

Sellel viisil on midagi ühist protsessiga, mida inimkond tunneb juba ammu — põlemisprotsessiga.

Tavaline kivi, kui kaua me seda ka ei süütaks, ei hakka põlema, kivisütt aga võib süüdata ühe tikuga. Ka «aatomkütuse» — uraani — jaoks on olemas erilised «tikud» — neutronid.

Uraaniaatom laguneb kokkupõrkel neutroniga, mis omab väikese koguse energiat, reaks lihtsamateks keemilisteks elementideks, mis omandavad tuumajõudude töö arvel suure koguse kineetilist energiat.

Peale uraani nõuavad kõik teised elemendid, nagu toored puudki, iga aatomi «süütamiseks» tohutult energiat, mille tõttu neid praktiliselt ei kasutatagi aatomienergia saamiseks.

Mendelejevi tabelist meie teame element uraani olemasolust, mille aatomkaaluks on 238. Looduses on uraan 238 aga alati koos «kaksikvendadega» — uraaniga 235 ja uraaniga 234. Keskmine neist — uraan 235 — esinebki «aatomkütusena».

Kiire neutroni löök «purustab» selle mõne tuhandiku sekundi vältel. Üheaegselt lendab purustatud aatomist välja kolm uut neutronit, mis kutsuvad pea samal hetkel esile veel kolme uraaniaatomi lagunemise, millega käib kaasas juba kolmekordistatud energiahulga eraldumine, võrreldes esimesega.

Vabanenud 9, siis 27, 81, 243 jne. neutronit kolmekordistavad igaüks nii energia hulka kui ka neutronite arvu.

Kui uraanitüki mass jõuab teatud suuruseni — kriitilise massini, siis levib protsess hetke vältel üle kogu uraani massi ja kutsub esile kohutava jõuga plahvatuse.

Kuid seda protsessi on võimalik aeglustada.

Neutronite aeglustajana kasutatakse grafiiti või rasket vett. Prootonitega kokku põrgates kaotavad neutronid umbes 60% kogu energiast.

Aatomigeneraator, milles saadakse aatomienergiat, või nagu seda nimetatakse, uraani katel, omab grafiitkeres pesakesed, kuhu asetatakse metallilisest uraanist vardad, mis korrosiooni vältimiseks on joodetud alumiiniumkesta.

Uraani katla töö põhimõte on järgmine.

Uraani tulistatakse neutronitega.

Kiired neutronid, sattudes uraan-grafiit-katlasse, algul aeglustuvad grafiidis, siis aga teostavad uraan 235 aatomite purustamise, eraldades uusi neutroneid.

Reaktsiooni kiirust on võimalik reguleerida, asetades uraanvarraste vahele kadmium- või raudribad.

Uraani 235 on väga raske eraldada looduslikust segust, kus seda esineb vaid 0,7%. Seetõttu osutus lihtsamaks muuta uraan 238 uueks, kunstlikult loodud elemendiks — plutooniumiks, millest siis, samuti nagu uraanist 235, saadakse aatomienergiat.

Katel täidetakse looduslikust uraanist varrastega. Neutronitega tulistamisel muundub uraan 238 plutooniumiks, mille aatomkaaluks on 239.

Pärast plutooniumi kujunemise lõppemist uraanvarrastes juhitakse viimased katlast automaatselt teistesse kambritesse, kus toimub plutooniumi eraldamine.

Plutoonium, samuti nagu uraan 235, võib olla materjaliks tuumareaktsioonidele.

Ainult ühe kilogrammi uraani kunstlik purustamine võib anda samasuguse radioaktiivse kiirguse nagu kogu seni toodetud raadium.

Soojusega, mis eraldub 1 kg plutooniumi saamisel, võib kuumutada keemiseni 200 000 kuupmeetrit vett!

Uraani katla abil võib teha radioaktiivseks peaaegu kõik elemendid Mendelejevi tabelist. Aatomienergia tootmisega kaasneb seega «kõrvaltoodanguna» radioaktiivsete elementide tootmine sellistes hulkades, milliseid kogu inimkond minevikus ei ole veel omanud. Neid radioaktiivseid elemente hakatakse laialdaselt kasutama mitmetel aladel tööstuses ja põllumajanduses.

Radioaktiivse kiirguse energiat kasutatakse väga laialdaselt raviotstarbel arstiteaduses. Seda võib kasutada keemiatööstuses keemiliste reaktsioonide kiirendajana, põllumajanduses viljakuse tõstmiseks, kommunaalmajanduses valgustamiseks «külma» valgusega.

Plutoonium ja uraan 235 muudetakse tulevikus aatomi-generaatoris elektrivooluks.

Selle juures eralduv soojus kasutatakse ära linnade ja asulate termofitseerimiseks suurel maa-alal energiakombinaadi ümbruses. Linnad vabanevad sellega õhku rikkuvatest kütteseadmetest, transport aga suurtest kütusevedudest.

Plutoonium ja uraan 235 võivad leida kasutamist puhtal kujul ka «aatomidünamiidina» mäemassiivide õhkimisel, suurte veekogude kuivendamisel jne.

Aatomienergia abil võib lõhkuda mägesid, luua kunstlikke meresid, sulatada arktika jääd, pehmenendada kliimat ja muuta suurte rajoonide ilmet.

Aatomi-energeetilised seadmed neis rajoonides, kus praegu ei ole ei auru- ega elektrijõumasinaid, võimaldavad neil rajoonidel astuda üle auru- ja elektriajastu otse aatomi-energia-ajastusse.

Laev tarvitab tuhandeid tonne sütt ookeanil sõitmiseks. Lennuk tarvitab sadu kilogramme bensiini õhus lendamiseks.

Maanteel kihutav auto tarvitab iga päev kümneid kilogramme vedelkütust.

Tonnid! Kilogrammide! Kui suur on keemilise kütuse kogus võrreldes tuumakütuse grammide ja milligrammidega, mis annavad niisama palju energiat!

On isegi raske ette kujutada, et mõned grammid uut kütust võivad nihutada kohalt sellist kogust metalli, nagu laev, rong, et ilma söe ja naftata hakkavad liikuma tööpingid ja masinad, ilma püssirohu ja dünamiidita õhku lendama kaljud uute jõeorgude rajamisel... Saja tuhande kilovatine jõujaam ei tarvitaks päevas üle 14 g tuumakütust. Ja kõik see on juba teostumas! Uus energia on avastatud, on vaja ainult välja töötada selle kasutamise vormid.

Käesoleva ajani olid allveelaevadel allveesõidu jaoks eraldi jõumasinaid — elektrimootorid, mis töötavad akumulaatorite patareide baasil. Nende akumulaatorite energiatagavara võimaldab vaid mõnetunnist täiskäiguga sõitmist vee all.

Aatomikütus — plutoonium või uraan 235, mis ei nõua hapnikku, on ideaalseks kütuseks allveelaevadele.

On raske anda enam-vähem täielikku loetelu kõigist aatomenergia kasutamise võimalusist tulevikus, isegi nende hulgas, millised näivad päris reaalsena meie maale juba kõige lähemas tulevikus.

Aatomenergia võimaldab meie tööstusele veel suuremat õitsengut, suurendab nõukogude inimese võimu looduse üle.

Kapitalistlikus maailmas põhjustab aatomenergia samal ajal tööpuuduse kasvu.

Energiaküllus ähvardab seal teha väärtusetuks töösturite põhikapitalid, mille tõttu kapitalistid püüavad igati takistada tööd aatomenergia kasutamise alal rahulikuks otstarbeks.

«Kui,» ütles seltsimees Malenkov oma kõnes Moskva Nõukogu koosolekul 6. novembril 1949. aastal, «aatomenergia imperialistide käes on surmatoovate relvade tootmise allikaks, hirmutamise vahendiks, šantaaži ja vägivalda tööriistaks, siis nõukogude inimeste käes võib ta olla ja peab olema meie maa seninägematu tehnilise progressi ning tootmisjõudude edasise kiire kasvu võimsaks vahendiks».

MOSKVA REKONSTRUEERIMINE

Moskva linna peaarhitekt A. Vlassov

Moskva eksisteerib kaheksa sajandit. Moskva jõe kõrgel kaldal vürst Juri Dolgoruki poolt asutatud väiksest kindlusest kuni maailma esimese sotsialistliku riigi pealinnani — niisugune on tema ajalooline tee.

Moskva kasvas järk-järgult. Teed, mis maa kõikidest äärest viisid keskusse — Moskva Kremli juurde — ehitati välja aastate jooksul ja muutusid radiaalseteks linnatänavateks. Moskvat kunagi ümbritsenud müüride ning vallide asemele tekkis aja jooksul Bulvarnoje Koltso, Sadovoje Koltso ja teised magistraalid. Nii tekkis Moskva tänavate radiaalringiline süsteem, mis on aluseks võetud linna praegusaegsel planeerimisel. Sellega on ette määratud nõukogude pealinna ehituslike ansamblite asetus.

Moskva rekonstrueerimise generaalplaan, mis võeti vastu 1935. aastal, töötati välja J. V. Stalini otsesel juhtimisel. See plaan määras kindlaks arhitektide ja ehitajate peaülesande, mis seisis eelkõige selles, et ehitada ja luua töötajatele kõrgeväärtuslikke ehitusi, et NSV Liidu pealinna ehitus ja arhitektuuriline kujundamine väljendaks täielikult sotsialistliku ajastu suurust ning ilu.

Vähem kui kahekümne aasta jooksul toimusid Moskvas väga suured muutused. Rekonstrueerimistöid teostati sellises ulatuses, sellise järjekindlusega ja niisugusel kõrgel ideelisel tasemel, mida seni ei tuntud linnade ehituse ajaloos. Tuhanded elamud, paljud koolid, lasteasutused, klubid, haiglad, teatrid, raamatukogud, tööstuslikud ja kommunaal-ehitused kerkisid linna kõikides osades. Laiendati pealinna väljakuid ja liiklusmagistraale. Moskva jõe ehitati laiad sillad, jõe kaldad kaeti graniidiga. Pärast ühendamist Volgaga muutus Moskva jõgi veerikkaks. Tunduvalt laienesid linna haljasalad — loodi uued pargid, skväärid, aiad ja

puiesteed, linna tänavatele ja väljakutele istutati tuhandeid suuri puid. Paranesid elamistingimused linnas ja elanike heaoluline teenindamine. Moskva gasifitseeriti. Elanikud saavad külluses heakvaliteedilist vett. Linna valgustus on ümber korraldatud. Tänavaid puhastavad kiiresti mitme-



Kõrgehitus Smolenski väljakul.

sugused masinad ja mehhanismid. Tugevate lumesadude korral on mehhanismide abil koristatud linna keskmagist-raalidelt kuni 200 000 kuupmeetrit lund päevas.

Rekonstrueerimisega muutus täielikult pealinna arhitektuuriline ilme. Moskva on kuulus oma maa-aluste losside — suurepärase metroojaamade, uute tänavate ansamblite, üleliidulise põllumajandusnäituse ehituste ja Moskva-nimelise kanali arhitektuuri poolest.

Nüüd on Moskva astunud uude rekonstrueerimise faasi. Kõrgehitused, mis rikastavad linna siluetti, muutuvad linna uue ilme kujundamisel põhiliseks. Massilises ehitustegevuses — praeguse rekonstrueerimise etapi tähtsamal lülil — on peamine rõhk pandud 8—14-korruseliste elumajade ehitamisele.



Nurgake Majakovski väljakust. Keskel — uue võõrastemaja hoone.

Kui moskvalased 1940. aastal said 392 000 m² uut elamis-
pinda, siis 1950. aastal anti ekspluatatsiooni juba 535 000 m²,
1951. aastal aga 200 000 m² rohkem kui eelmisel aastal. Elamuehituse edaspidist arengut kindlustab tööstusliku baasi kasv uute ehitusmaterjalitööstuste loomise ja olemasolevate rekonstrueerimise, komplekssete konstruktiivsete elementide ning arhitektuuriliste detailide praktikasse juurutamise näol.

Samaaegselt täienevad arhitektuurilised vormid, tõuseb hoonete sisemiste seadmete kvaliteet ja korterite mugavus.

Palju on ära tehtud linna sotsialistliku ümberehituse alal, kuid linna rekonstrueerimise teostamise grandioossest ideest moodustab see vaid osa.

Lenini mäed on pealinna üheks ilusamaks rajooniks. Siit kõrgelt kaldalt avaneb suurepärane vaade Moskvale ja jõe maalilisele käärule, mis poolringina piirab linna keskrajoone. Kõrgendiku ülemisel platool asunud väikese Vorobjovo küla asemele on tõusnud Moskva ülikooli hiiglaslik kõrghoone, mida ümbritseb 300 ha suurune park. Uue hoone kohal särab ülikooli keskkorpuse tippu, 230 m kõrgusele üles seatud täht. See on linna siluetis kõige kõrgem punkt.

Ülikooli hoonetekompleksi ehitus pani aluse pealinna uuele edelarajoonile. Nagu Moskva teised kõrghooned, nii ka ülikooli hoone moodustab oma ümbruse paljukorruseliste elumajade keskel kompositsioonilise tsentri. Juba lähemas tulevikus antakse selles rajoonis eksploatatsiooni üle kahe miljoni ruutmeetri elamispinda. Et realselt ette kujutada selleks vajaliku ehitustegevuse iseloomu, olgu märgitud, et elumaja, mis esimesena antakse eksploatatsiooni ülikooli rajoonis, on 14-korruseline ja sisaldab 600 mugavat korterit 28 000 m² elamispinnaga.

Uue rajooni planeerimise tähtsamaks põhimõtteks on elanikkonnale kõige paremate elamistingimuste ja mugavuste loomine. Projektides on ette nähtud korterite eeskujulik loomulik valgustus ja ventilatsioon, rikkalikult rohelist hoovides, hoonete vahel ja magistraalidel, vajalikud kultuuri- ja kommunaalasutused, nagu koolid, lasteaiad, lastesõimed, kauplused, kinod jne.

Skulptuurigruppide ja fontäänidega kaunistatud laiad graniittrepid viivad kõrgehituse juurest Lenini mägede jalale — Moskva jõe kaldale. Selle vastaskaldale luuakse park, kuhu on projekteeritud hulgaliselt spordiehitusi. Nendest suurimaks on tribüünidega staadion 200 000 kohaga.

Uued magistraalid ühendavad seda rajooni maailma suurima arhitektuurilise ehitusega — Nõukogude paleega. Selle palee ehituse ettevalmistamisega tegelevad erilised arhitektide ja ehitusorganisatsioonid.

Suuri rekonstrueerimistöid teostatakse linna keskväljaku — Smolenski väljaku — rajoonis. Seda läbib suur magistraal, mis ühendab Moskva—Minski autoteed pealinna keskselga. Roostevabast terasest telgitaoliselt kroonitud kõrgehi-

tus nagu tervitaks siin Kiievi vaksali poolt tulevat ja kesklinna suunduvat autode ja jalakäijate voolu. Kõrghoone esisel väljakul luuakse skväär vene suure väejuhi Mihhail Kutuzovi ausambaga. Siit algab piki laiendatud Smolenski tänavat langus Moskva jõe ja Borodino silla juurde, mille rekonstrueerimine on lõppjärgus.

On alustatud Kiievi vaksali juures oleva väljaku rekonstrueerimisega. Selle keskel on purskkaevudega skväär. Lai trepp ühendab väljakut sadamaga, kus peatuvad mootor-



Võorastemaja kõrghoone ehitus Moskva jõe ääres Dorogomilovskajal.

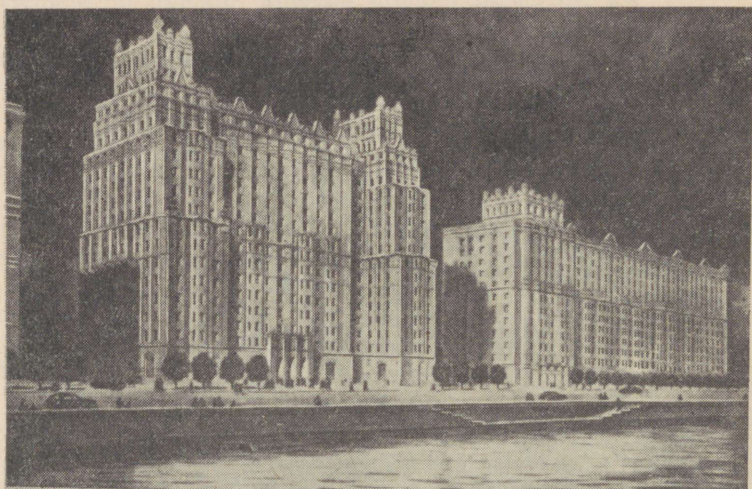
laevad reisijate veoks. Volga—Doni laevatava kanali valmimisega on Moskva muutunud viie mere sadamaks. Pealinna keskusest võivad inimesed sõita veeteed mööda Nõukogude Liidu igasse äärde.

Piki kalda-äärseid tänavaid — Smolenskajat, Dorogomilovskajat, Krasnopresnenskajat, Frunzenskajat, Krasnoholmskajat — asub ehitusplatside ahel. Siin ehitatakse 10—12—14-korruselisi elumaju. Dorogomilovskaja kaldaäärsel tänaval tõuseb kõige kõrgemale 30-korruselise võorastemaja hoone. Vosstanija väljakul lõpeb kaldaäärse perspektiiv jõe käänakul veel ühe kõrgehituse kontuuriga.

Peale Moskva kesktänavate, väljakute ja kaldaäärsete

TARTU ÜLIKOOLI

rekonstruktsiooni ja väljaehituse viiakse suuri töid läbi ka seal, kus hiljuti oli alles äärelinn. See on kaotanud juba oma endise ilme. Pealinna sissesõidu teed — Možaiski, Jaroslavlvi, Varssavi, Kaluuga jt. maanteed — pole juba ammu enam lihtsad Moskvasse viivad teed, vaid laiad, korrastatud ja paljukorruseliste elamutega ning ühiskondlike hoonetega äärestatud magistraalid. Lähemal aastail luuakse suured arhitektuurilised ansamblid ka Moskva raudtee-sissesõitudel.



Uued paljukorruselised elumajad Smolenskajal (projekt).

Nendes rajoonides saavad töötajad samuti kuni 2 miljonit ruutmeetrit elamispinda.

Mõne aastaga suureneb elamispind Moskvast miljoneid ruutmeetreid. Samaaegselt suureneb kultuurilis-heaoluliste ja raviasutuste arv. Iga aasta alustatakse keskmiselt kuni 40 kooli ehitamisega ja haiglavõrk suureneb rohkem kui 2500 voodi koha võrra. Iga 8 kuni 10 päevaga rikastub Moskva ühe lasteaia- või -sõimehoonega, arvestamata neid lasteasutusi, millele eraldatakse ruumid uute elumajade esimestel korrustel.

Arhitektuurilistes töökodades lõpetatakse juba projekte, mis määravad tervete magistraalide ja nende ääres asuvate hoonete üldilme. Nõukogude ehitusmeistrite rikkalikud koge-

mused kõnelevad sellest, et ainult linnaehituse ülesannete suurejoonelise lahendamisega võib leida õige tee täisväärtuslike arhitektuuri-kunstiteoste loomiseks.

Hoolikalt säilitab Moskva vene rahvusliku ehituskunsti ületamatuid saavutusi. Moskva Kreml oma tornide ja katedraalidega ning niisugused rahvuslikud kunstiteosed, nagu Vassili Blažennõi kirik, näitavad linna arhitektuuri ajaloolist kujunemist ning on nõukogude ehitusmeistrite loominguilise innustuse allikaks. Projekteerides ja ehitades uusi arhitektuurilisi ansambleid, me lülitume orgaaniliselt mineviku väärtuslike arhitektuuriliste mälestusmärkide kompositsiooni.

Nõukogude pealinna aedades ja parkides ehitatakse staadione ja spordiklubisid. 1952. aastal sai Moskva uue ujumisbasseini, suusahüppetrampi, sisestaadioni, velodreki ja veespordijaama.

Sadu tuhandeid puid ja põõsaid ning kümneid miljoneid lilli on istutatud linna tänavatele, kaldaäärsetele, aedadesse ja parkidesse. Laiade magistraalide nagu võimsate tuiksoonte kaudu voolab linna lähedaste metsade elustav värskus.

Moskva ehitab samaaegselt mitmessajas kohas ja ta ilme muutub silmanähtavalt. Suurlinna rekonstrueerimist teostatakse kapitalistlikele maadele kättesaamatus ulatuses.

PINNASEKAEVAMISMASINAD TÄNA JA HOMME

Stalini preemia laureaat professor N. G. Dombrovski

Suurehitustele saabuvaid noori töölisi hämmastab tavaliselt väljakaevatava pinnase hiiglasuur kogus ja võrdlemisi väike inimeste arv territooriumil, kus tööd toimuvad. Suurehitustel tehtava töö hulka võib võrrelda looduse poolt sooritatud grandioossete tektooniliste muudatustega.

Noorusel tarvitseb aga vaid tutvuda suurehitustel kasutatava eesrindliku tehnikaga ja ta mõistab, kuidas muutub meie planeedi hiiglasuurte alade pind ajaloos seninägemata kiirusega.

Üheks kõige võimsamaks ja huvitavamaks masinaks on Uraali masinaehitustehase sammuv ekskavaator «ЭИИ-14/65».

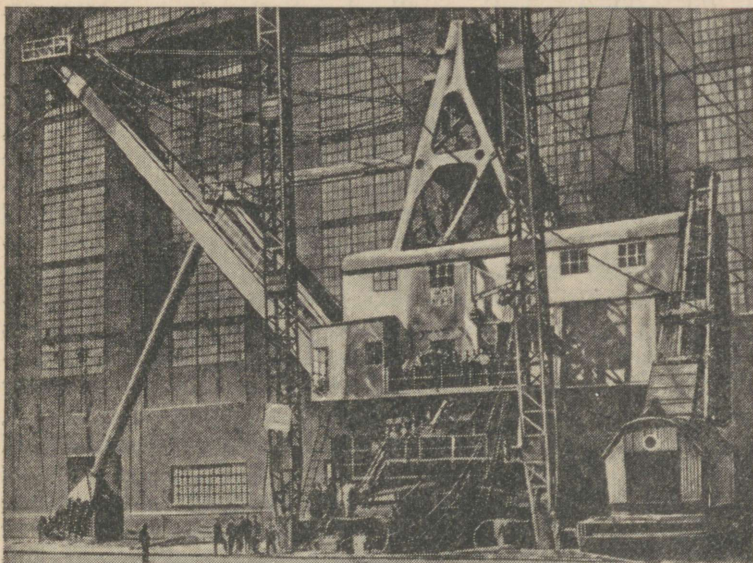
See kujutab endast viiekorruselise maja kõrgust ehitust, mis toetub 14 m läbimõõduga ringile. Aluse 155 m² suurune toetuspind jaotab tuhandetonnise hiiglasu kogu raskuse selliselt, et erisurve pinnasele kujuneb väiksemaks kui väikestel ehitusmasinatel. See lubab ekskavaatoril «kõndida» pinnasel, kus jäävad kinni isegi keskmise võimsusega roomikekskavaatorid.

Exskavaatori 65 m pikkune nokk on varustatud 14 m³ suuruse kopaga, mis ripub terastrossidel. Selle hiigelkopa täitmine, noka pööramine ja kopa tühjendamine toimub ligikaudu ühe minuti jooksul. Tunnis võib selline võimas seadis välja kaevata ja ära tõsta 800 m³ pinnast. See teeb aastas 3—4 miljonit kuupmeetrit, mis vastab 8000 mullatöölise tööle.

Võrreldes ekskavaatorit «ЭИИ-14/65» ja kuupmeetrisega kopaga ekskavaatorit koos viietonniste diisel-isekallutajatega ilmneb, et esimese tootlikkus on 12 korda suurem, ühe kuupmeetri pinnase väljakaevamine 5 korda odavam ja energiakulu vastavalt niisama palju väiksem.

Kanalite ehitamisel võib selline masin asendada seitset 4 m³ kopamahuga ja 40 m pikkuse nokaga sammuvat ekskavaatorit. Seejuures tõuseb töö produktiivsus vahetuses 63 kuupmeetritl kuni 335 kuupmeetrini, s. o. 5,3 korda.

Ekskavaator «ЭШ-14/65» loodi rekordiliselt lühikese ajaga — 20 kuuga, kuna välismaine tööstus vajab analoogsete masinate tootmise omandamiseks 4—5 aastat. Seejuu-



Novo-Kramatorski tehase noored töölised monteerimas võimsat ekskavaatorit «ЭШ-15».

res ületab «ЭШ-14/65» tunduvalt kõiki varemehitatud selle klassi masinaid tootlikkuse poolest, olles samal ajal neist kergem. Kõik konstruktiivsed sõlmed on täiesti originaalsed ja erinevad põhjalikult varentuntuist. Noka sõrestikkonstruktsioon vähendab selle kaalu 30—35%, hüdrauliline sammumine kindlustab liikumise sujuvuse. Ekskavaatori sõltumatus transpordivahendeist ja mehhanismide erilised omadused võimaldavad töötamist 22—23 tundi ööpäevas.

Ekskavaatori «ЭШ-14/65» baasil töötatakse välja juba uut masinat, mille kopamaht on 18 m³ ja noka ulatus 65 m.

Määratu suure mahuga mullatööde teostamiseks on välja

töötatud veel teine masin — nn. roomiklabidas «ЭГЛ-15», mille kopa suurus on 15 m³. Olles niisama võimas ja suur kui ekskavaator «ЭШ-14/65», ületab see viimast tootlikkuse poolest, kuid jääb maha tegevusraadiuses, mille suurus on 45 m.

Ekskavaatori liikumismehhanism koosneb võimsast raamist, mis asub neljal kaheruumikulisel vankril, millest igaüks on varustatud 75 kW vahelduvvoolu mootoriga. Raam toetub vankritele nelja vertikaalse, ligikaudu 1 m läbimõõduga hüdraulilise silindri kolvivardaga. Igasse silindrisse pumpab õli omaette seadis, mis töötab rõhuga 175 atmosfääri. Pumbaseadis käivitatakse fotoelemendi abil. Kui üks vankritest peaks sisse vajuma ja raam selle tõttu kalduma, lülitab fotoelement töösse vastava pumbaseadise elektrimootori, millega viltuvajumine kõrvaldatakse. Seejärel lülitab fotoelement elektrimootori välja. Võimsad hüdraulilised silindrid võimaldavad liikumissuuna muutmiseks roomikvankrite pöördumist horisontaalpinnas.

Selle masina täielik töötsükkel kestab ainult 45 sek. Ekskavaatori peamiseks töökohaks on söekaevandused. Asudes söekihi peal, kõrvaldab masin kuni 30 m paksuse pinnasekihi ja viskab eemale, kust selle edasi toimetab ekskavaator «ЭШ-14/65». Tunnis kõrvaldab selline masin üle 1000 m³, aastas aga kuni 5 miljonit m³ pinnast, asendades seega kuni 10 000 mullatöölist.

Minski autotehase töölised valmistasid ehitajaile võimsa isekallutava auto «MA3-525», mille kandevõime on 25 tonni. See on tõeline hiiglane veomasinate seas. Tema rataste läbimõõt on 1,7 m. Rooliseade ja käigukast töötavad erilise mehhanismi abil. Võrreldes tavalise raudteetranspordiga on 25-tonnise isekallutaja auto kasutamine poolteist korda odavam ja töö produktiivsus kaks korda suurem. Kahekümneviitonnise isekallutaja produktiivsus on kolm korda suurem kui viietonnisel isekallutajal. Peaaegu samas vahekorras väheneb töö hind. Peamiseks eeliseks on aga koostöö võimalus kuni 5 m³ kopamahuga võimsate ekskavaatoritega.

Nimetatud masinhiiglaste kõrval töötab suurehitustel veel teisi mehhanisme, mis kergendavad tööd ja kiirendavad tootmisprotsessi.

Novo-Kramatorski tehase poolt välja lastavaid sammuvaid ekskavaatoreid kasutatakse väiksemate tööde juures. Need masinad on varustatud 3—4 m³ suuruse kopaga ja 40 m pikkuse nokaga, nad kaaluvad 160—180 tonni ja kae-

vavad aastas välja 0,6—0,8 miljonit kuupmeetrit pinnast, asendades seega 1000—1200 mullatöölist.

Ekskavaatorit-labidat «СЭ-3», mille kaal on kuni 180 tonni ja kopa maht 3—5 m³, ning väiksema võimsusega selletaolisi masinaid kasutatakse pinnase laadimiseks peamiselt isetühjendavatesse vagunitesse.

Kerge ja keskmise pinnasega stepirajoonides, kus puuduvad kivikihid, kasutatakse enamasti masinaid, mis töötavad traktori põhimõttel. Ehituse- ja teedemasinate tööstuse poolt toodetakse mitmesuguseid selliseid seadmeid alates lihtsamaist, 350-kilostest sahakujulistest masinatest 1,25 m³ pinnase tõstmiseks 35-hobujõulise traktoriga «КД-35» ja lõpetades võimsate pneumaatiliste 15 m³ mahutusega rataslabidatega masinatega üle 120—130-hobujõulistele traktoritele.

Traktorisahad viivad pinnase kuni 75 m kauguseni, 10 kuupmeetrilised rataslabid 300—600 m kauguseni ja veel võimsamad labid 800—1000 m kauguseni. Tõsteseadme juhtimine on kergesti teostatav traktoristi poolt traktori kahetrumlilise vintsi abil.

Traktor-labidas mahuga 6 m³ võib ööpäevas välja kaevata 500—1000 m³ pinnast ja asendada kuni 150 mullatöölist.

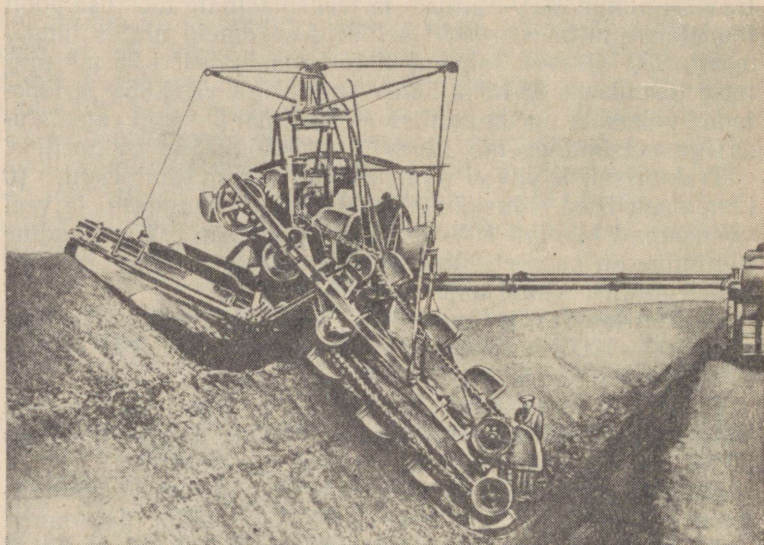
Traktorist Moskaltšuk kaevab koos oma paarimehega Volga—Doni kanali ehitustöödel sellise labidaga välja 30 000 m³ pinnast kuus, mis on 70% aastanormist.

See labidas võistleb edukalt poole kuupmeetrise ekskavaatoriga, mida teenindab viis «ЗИС-585» tüüpi 3,5-tonnist isekallutajat, andes toodangut 40 000—60 000 kuupmeetrit aastas. Seejuures labida kaal koos traktoriga on kaks korda väiksem ja hind kaks korda odavam kui ekskavaatoril koos isekallutajatega. 15 m³ mahuga traktor-labidas kaevab ööpäevas välja 2500 m³ pinnast, s. o. kuni 150 000 m³ aastas, asendades 300 mullatöölist. Tootlikkuse poolest võistleb ta ühekuupmeetrise ekskavaatoriga, mida teenindab viis diiselmootoriga isekallutajat.

Väiksemate kanalite rajamisel pehmesse või keskmise kõvadusega ühtlase pinnasesse kasutatakse rohkesti Kiievi tehase «Красно́и́ Екскава́тор» paljukopalisi ekskavaatoreid «ЭМ-502», mis kaevavad 2,5 m sügavat ja pealt 5,6 m laia kanalit kuni 3 km päevas. Kanalite kallaku planeerimiseks kasutatakse sama tehase poolt väljalastavaid paljukopalisi planeerijaid, mis planeerivad ööpäevas kuni 800 m² kallakut. Väiksemate kraavide lõikamiseks toodavad Korosteni ja

Krementšugi teedemasinate tehased traktori «C-80» veoga kraaviatru. Selline kraaviader lõikab ööpäevas 1 meetri sügavust kraavi kuni 8 km.

Samaks otstarbeks osutuvad hästi sobivateks Kiievi tehase paljukopalisteks ekskavaatorid «ЭМ-161», mis võivad lõigata ja puhastada 0,5—1,5 m sügavusi kraave, mille laius pealt on 1,5—3,5 m.



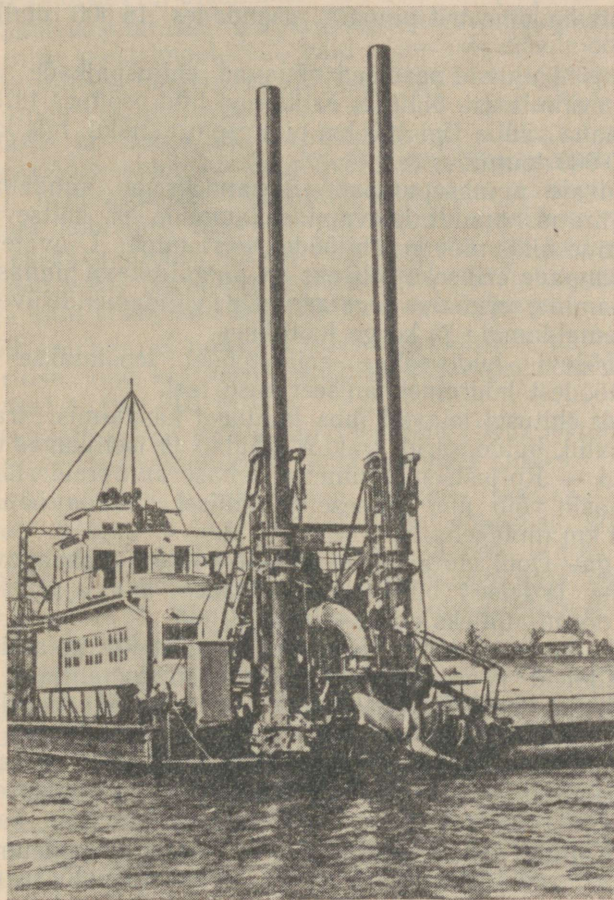
Paljukopaline ekskavaator «ЭМ-502».

Exskavaatorid «ЭМ-502» ja «ЭМ-161» võivad oma pikade roomikutega liikuda pehmel ja soisel pinnasel, mille tõttu nad sobivad kuivendusvõrgu ehitus- ja puhastustöödeks.

Hüdrotehniliste ehituste mullatööde teostamisel omavad erilist tähtsust mitmesugused hüdro mehhaniseerimisvahendid. Nende hulgas on ujuvad pinnasepumbad, mis koosnevad pontoonist, millele on üles seatud elektrimootorite jõul töötavad võimsad pumbad. Toru, mille kaudu pinnas välja pumbatakse, lastakse põhja. Veejuga, mis imetakse torru, uhub pinnase lahti. Koos veega imetakse pinnas pumba abil välja ja lastakse praamidesse või saade-

takse 2—4 km pikkuste torude kaudu kohtadesse, kus ehitatakse tammisid.

Tiheda pinnase puhul varustatakse pinnasepumba toru pöörleva kobestajaga, mis meenutab 3 m läbimõõduga hii-



Pinnasepump Kuibõševi hüdroelektrijaama ehitusel.

gelfreesi. Nõukogude tööstus toodab mitmesuguse võimsusega ujuvaid pinnasepumpi — tootlikkusega 30—50 m³ tunnis kuni viimasel ajal välja töötatud hiiglaslike masinateni «1000-80», mille tootlikkus ulatub 1500 m³ pinnaseni tun-

nis. Selline pinnasepump on kõige võimsam maailmas. Selle imemistoru läbimõõt on 950 mm, tema elektrimootorige võimsus 4800 kW. Pinnasepumba pontoon on 45 m pikk ja 12 m lai. Suurimaks imemissügavuseks on 24 m.

Ühe hooaja jooksul võib selline pump välja võtta kuni 4 miljonit kuupmeetrit pinnast, asendades 15 000 mullatöölist.

Võimsad ujuvad seadised nõuavad ehituspaikade vastavat ettevalmistust. Näiteks Kuibõševi hüdroölmehäälme tuli selleks maha panna ligi 100 km pinnasetorustikku, mis kaalus ligi 20 000 tonni.

Ujuvate pinnasepumpade ülesandeks on vundamendisüvendite ja kanalite kaevamine, tammide ja kaitsevallide ehitamine ning muude abitööde teostamine. Ujuvate pinnasepumpade eriliseks eeliseks on paigaldatava pinnase hea tihendamine, võimalus teostada töid vundamendisüvendis vett eemaldamata ja kõrge tootlikkus.

Kuibõševi hüdroölmehäälme ehitustöödel teostatakse 50% mullatöödest hüdroölmehäälme teel.

Teede-ehitusel leiavad juba laialdast kasutamist traktor-teehöövliid, buldooserid, traktor-labid ja iseliikuvad ratashöövliid — Koljuštšenko-nimelise tehase autogreiderid. Selline masin võib ühe inimese juhtimisel ehitada ööpäevas kuni 2 km muldkeha.

Volga—Doni ehitustöödel täitsid noored stahaanovlased Ššetina ja teised buldooseril töötades kuu ajaga poole aasta normi, milleks on 15—16 tuhat m³.

Täiuslikuma teekatte saamiseks kasutatakse asfaldisegamisseadmeid ja iseliikuvaid asfaldi mahapanijaid kuni 100-tonnise tootlikkusega tunnis, iseliikuvaid teerulle ja autogudronaatoreid.

Vaiade sisselõõmiseks kasutatakse kuni 1800 kg raskusi diiselhaamreid ja Orski tehase 3 t raskusi vaiahaamreid.

Laadimis-tühjendustööde mehhaniseerimiseks kasutatakse Kalinini tehase poolt 1950. a. väljalastud pneumaatilisi kraanasid tõstejõuga 5 tonni, Jaanuari-ülelõõmuse nimelise tehase 10- ja 25-tonniseid raudteekraanasid, samuti ka Voroneži tehase 50-tonniseid roomikkraanasid.

Kõik need masinad kindlustavad tööde kompleksse mehhaniseerimise kõrge taseme ja võimaldavad eesrindliku tehnoloogia juurutamist kõikide põhitööde teostamisel. Nende juba olemasolevate masinate kõrval on ette nähtud nii täiesti uute tüüpide tootmine kui ka kasutuselolevate

rekonstrueerimine. Rajoonides, kus puuduvad võimsad elektrienergia allikad, ei ole otstarbekas kasutada elektrilise ülekandega masinaid. Sellest tingituna on ette nähtud 40 m pika nokaga ja 3—4 m³ kopamahuga sammuvate ekskavaatorite väljalaskmine diisel-elektrilise ülekandega. Sel juhul kasutatakse alalisvoolugeneraatorite jõumasina-tena mitte elektrimootoreid, vaid võimsaid diiselmootoreid. Seoses sellega langeb ära tarvidus ajutiste elektrijaamade ja liinide ehitamiseks, mis alandab mullatööde hinda 40—50% ja tõstab töö produktiivsust. Ühtlasi muutub ekskavaator seejuures manööverdamisvõimelisemaks, mis lubab neid võimsaid masinaid kasutada väiksema töömahuga kohtades, kus seni tuli kasutada väikse võimsusega ekskavaatoreid, millest tingituna töö oli kallim. Niisuguseid kohti on üldiselt sedavõrd palju, et saavutatav aja ja kulu kokkuhoid kujuneb üsna tunduvaks.

Võib eeldada, et edaspidi tulevad kasutusele mitte ainult elektrilise, vaid ka diisel-elektrilise ülekandega niisugused hiiglased nagu «ЭШ-14/65».

Viimasel ajal on rida leidureid teinud ettepanekuid kanalite kaevamiseks sobivate eriliste masinate suhtes.

On olemas masin, mis töötab traktori rataslabida põhimõttel. Seejuures aga ei kuluta ta võimsust koppades asuva pinnase edasiviimiseks. Traktor-labida juures ületab selleks vajalik võimsus pinnase lõikamiseks vajaliku võimsuse 3—4 korda. Koormus koppades oleva pinnase transportiks väheneb erilise linttoitja tõttu.

Masin kujutab endast roomikvankrit, mis on varustatud pinnase lõikenoaga. Noa lähedal asub toitja, mis juhib lahtilõigatud pinnase transportöörile. Viimane toetub ühe otsaga peamisele roomikvankrile, teise otsaga abi-roomikvankrile, mis liigub piki kanali kallast. Transportööri asend plaanis võib muutuda. Sellest olenevalt jääb abivanker kas maha või jookseb peavankreist ette, millest tingituna muutub vahemaa masinast kuni kaldani ja seega kanali laius. Sellise masina tootlikkus on 500—600 m³ tunnis.

On ehitatud veel üks masin, mille juures on oskuslikult kasutatud lõikeseadme kaalu kanali põhilise lõike kujundamiseks. Tõstemehhanism tõstab mitmekümnetonnist nuga, mis juhtseadme vahel kukkudes surub lõigatud osa pinnast transportööri vastuvõtupunkrisse.

Selle masina tootlikkuse võib tõsta kuni 1000 m³ tunnis.

Konstruktorite, kes varustavad ehitajaid raskeid mullatöid tegevate uute masinatega, peamine siht on luua kõrgetoodangulisi masinaid ning kõrge kasuteguriga kombaine ja masinaid-automaate, mille töötamine ei oleneks kliimatilistest tingimustest. Viimastel aastatel valmistatud võimsate ekskavaatorite, pinnasepumpade, isekallutajate, automaatsete betoonitehaste juures hakkavad esinema juba tuleviku masinate omadused. Nende masinate juhtimine nõuab inseneri kvalifikatsiooni.

Ekskavaatoreid «ЭШ-14/65» ja «ЭГЛ-15» teenindavad kesk- ja kõrgema tehnilise haridusega elektrikud ja mehaanikud. Nende töö erineb hoobadega juhitava masina masinisti tööst niisama palju kui viimase töö erineb labidat ja käru kasutava mullatöölise tööst. Masinate tundmaõppimine nõuab pingelist tööd ja teadmiste täiendamist, mis esitab suurehituste noortöölisele ja komnoortele rea uusi ülesandeid. Nii kaovad töö mehhaniseerimisel piirid füüsilise ja vaimse töö vahel mitte ainult tehastes ja tööstustes, vaid ka ehitustel. Kommunismi suurehituste teostamine muutub uute inimeste võimsaks kasvatusvahendiks, näidates, kuidas areneb kommunistlik suhtumine töösse.

Kogu maa aitab kaasa nõukogude rahva geniaalse juhi ja õpetaja Jossif Vissarionovitš Stalini poolt koostatud hiiglaslike plaanide teostamisele. Teadlased, tehnikud, insenerid, teenistujad ja töölised, komnoored ja noortöölised töötavad hingestatult suurehituste tellimuste täitmisel, mis viib meie kodumaad lähemale õilsale sihile — kommunismile.

KAUGNÄGEMINE

Inseener K. A. Gladkov

«Kunstlik silm»

Kaugnägemisel, nagu paljudel teistelgi suurtel leiutistel, on huvitav ja õpetlik minevik, kaasakiskuv olevik ja tõepoolest peadpööriv tulevik.

Vaatleme kaugnägemise minevikku.

Siin põrkame me kohe ootamatusele. Sellele näiliselt väga noorele leiutisele võime anda tugevasti oma... 70 aastat. Tema põhialused leiutati või vähemalt ennustati kaua enne seda, kui ilmusid vahendid, mille abil oli võimalik teda praktiliselt teostada.

Mõttele kujutise ülekandmise võimalusest kauguse taha andis tõuke ühe tähelepanuväärse füüsikalise nähtuse avastamine aastal 1873.

Mõõtes takistust, mida osutasid mitmesugused materjalid neid läbivale elektrivoolule, avastasid teadlased ootamatult, et seleenist valmistatud juhe muudab märgatavalt oma elektrijuhtivust, olenevalt sellest, kas ta asub pimeduses või valguse käes. Piisas tugeva valguskiire juhtimisest seleenile, kui tema elektriline takistus kohe järsult vähenes ja teda läbis tunduvalt suurem vooluhulk.

Niipea kui seda seleeni huvitavat omadust märgati, pöördusid sellele paljude teadlaste ja leiutajate pilgud. Juba paar aastat pärast selle omaduse avastamist ilmus esimene seadis kujutise ülekandmiseks kaugustesse.

See seadis koosnes kahest ekraanist — saatja ja vastuvõtja omast. Saatja ekraan oli koostatud arvukaist üksteisest isoleeritud seleenplaadikestest (fotorakkudest), mis olid paigutatud ekraani pinnale kärjetaoliselt — see oli «kunstliku silma» «võrkkest». Vastuvõtja ekraan vastas täpselt saatja omale, ainult et fotorakkude asemel asetses

sellel niisama palju elektrilambikesi. Saatja iga seleen-fotorakk oli järjestikku ühendatud ühe ekraanilambikesega ja seejärel elektripatareiga.

Ülekantav kujutis, tavaliselt mingisugune üsna lihtne ja kergestieristatav (ring, rist jms.), suunati objektiivil abil saatja ekraanile. Kuna ekraani moodustavate fotorakkude ühele osale langesid kujutise heledad osad, siis oli neid fotorakke läbiv elektrivool vastavalt tugevam ja nendega ühendatud lambikesed põlesid heledamalt. Fotorakke, millel asetsesid kujutise tumedad osad, läbis nõrk vool ja nendega ühendatud lambikesed helendasid nõrgalt või ei põlenud üldse.

Heledalt ja tumedalt hõõguvate lambikeste kogumik reprodutseeris vastuvõtja ekraanil väga algelise ülekantud kujutise.

Et saada eeltähendatud viisil kas või kõige madalama kvaliteediga kujutist, selleks vajati suurt hulka lambikesi ja aukartustäratavate mõõdetega ekraani.

Kuigi esimene katse ehitada seadist kujutise ülekandmiseks kaugustesse ebaõnnestus, avastati tänu sellele kaugnägemise tähtsaim põhialus — võimalus mõningaid inimesilma omadusi kasutades koostada terve kujutis üksikuist väikestest osakestest ehk elementidest. Selles silma võimes on kerge veenduda, kui vaatleme pilti, mis on tehtud väikestest värvilistest kividest või klaasikillukestest — niinimetatud mosaiiki. Kõigile on hästi teada, et mida väiksemad on üksikute osakeste mõõted, millest sellised joonised on valmistatud, seda suurem on mosaiik-kujutise teravus ja kvaliteet.

«Rändlev lambike»

Inimese silm, mida nii visalt püüdsid kopeerida esimeste kaugnägemissüsteemide leiutajad, omab võime hoida nägemisel saadud muljet alal veel ligikaudu $\frac{1}{10}$ sekundit pärast seda, kui mõjutus on juba kadunud.

See silma omapärane «inerts» viiski leiutajad mõttele teostada kujutise ülekannet kaugusesse teise menetlusega. Suure arvu elektrilampide asemel, mis põlesid vastuvõtja ekraanil üheaegselt, soovitati üle minna ainult ühe lambi kasutamisele. Oli ainult vaja, et see üksik lambike jõuaks «küllastada» kõiki rakukesi vastuvõtja ekraanil $\frac{1}{10}$ sekundi

vältel, sest sel juhul tajub silm lambikese järjestikku-asendeid nagu üht tervikulist kujutist.

Kuna selle süsteemi juures igal üksikul hetkel põleb vaid üks lambike, siis võidi mõlemate ekraanide ühendamiseks kasutada ainult üht juhet eelmise süsteemi paljude juhtmete asemel. Seks otstarbeks seati mõlemale ekraanile pöörlevad ümberlülitid.

Kuid tollaegse tehnika kasutuses polnud veel vahendeid, millega praktiliselt niivõrd keerukat ümberlülitamist teostada, seepärast jäi mainitud projekt paberile.

Sellest hoolimata tõi ka see projekt endaga kaasa viljaka idee, mis pani aluse tuleviku-kaugnägemisele. Projekt näitas, et kujutise kõigist osadest ehk pildipunktidest väljuvate signaalide üheaegse ülekandmise asemel võib kasutada nende järjestikku ülekandmist. On vaja ainult, et kõik signaalid, milledest terve kujutis koosneb, oleksid üle kantud vähemalt $\frac{1}{10}$ sekundi jooksul.

Umbes samal ajal ilmnes aga väga tõsine takistus, mis ähvardas kaugnägemise edasist saatust. Kõrvuti positiivsete omadustega oli seleenil ka tõsine puudus. Seleen omas «inerti». Tema takistus elektrivoolule ei muutunud kohe, siis kui muutus temale mõjuv valgus, vaid takistuse muutus toimus väikese hilinemisega. Seepärast ei jõudnud seleen kujutise heledate ja tumedate osade kiirele vaheldumisele järgida ega täita pilditaju alalhoiu tingimust, et kogu kujutis oleks üle kantud $\frac{1}{10}$ sekundi kestel.

A. G. Stoletovi fotorakk

Ummikust pääsemise ja kogu oma edasise olemasolu eest on kaugnägemine tänu võlgu vene teadusele kuulsale füüsikule A. G. Stoletovi näol, kes lõpetas 1888. aastal põhjaliku uurimuse nn. välise fotoefekti alal. Välise fotoefekti põhiõlemus seisab selles, et valguskiir, langedes mõnele ainele, lööb selle pinnast välja elektrone. Vabanevate elektronide hulk sõltub ainele langeva valguse tugevusest. Taoliselt väljunud elektrone võib koondada, kui nende lähedusse asetada plaadike, millel on positiivne elektri-laeng — anood. Kui muuta ainet mõjutava valguse tugevust, siis valguse toimel aine pinnast väljunud elektronide vool, mis anoodile satub, muutub samuti. Ta kas väheneb või suureneb, vastavalt sellele, kas fotoraku valgustundliku

kihi pind on valgustatud nõrgalt või tugevasti. Kui need muutused järgnevad üksteisele, siis omandab ka fotorakku läbiv elektrivool katkelise ehk pulseeriva kuju. Voolu pulseerivaid võnkumisi võidakse hiljem üle kanda vastuvõtu-seadisele.

A. G. Stoletovi uurimused näitasid, et uus fotorakk on seleenile omasest «inertsist» täiesti vaba, järelikult jälgib temaga loodud vool fotorakule langeva valguse muutusi täpselt.

Kõik edasised saavutused kaugnägemise alal olid võimalikud ainult tänu välise fotoefektiga fotorakule.

Nipkovi ketas

Uued fotorakud võimaldasid hiljem edukalt kasutada poola inseneri P. Nipkowi poolt 1884. aastal leiutatud teravmeelset ja lihtsat kujutise üksikosadeks lahutamise seadist.

Nipkovi ketas kujutab enesest õhukest, metallist ratast, mille küljele on spiraaljoont mööda kindlate võrdsete vahe- maade järel puuritud rida auke. Ülekandmisele kuuluva eseme vähendatud kujutis koondatakse objektiivil abil ketta mingisugusele pinnaosale. Ülekantava eseme vähendatud kujutis peab mahtuma raami nii, et kujutise kõrgus võrduks spiraali kõige ülemise ja kõige alumise augu vahelise kaugusega. Ketta taha, selle koha vastu, kuhu koondatakse vähendatud kujutis, asetatakse fotorakk. Ketta pöörlemisel langevad fotorakule järjestikku kujutise erinevaist osadest väljuvad valguskiired. Seejuures joonistab ketta pöörlemisel esimene auk kujutisest möödudes fotoraku pinnale kujutise kõige ülemise rea, teine auk — esimesest allpool asuva rea, ja nõnda edasi kuni kõige alumise reani. Järelikult määrab ketta aukude arv kindlaks horisontaalsete ridade arvu, milleks ülekantav kujutis on lahutatud.

Valgus, mis satub kujutise erinevaist osadest läbi ketta aukude fotorakule, moodustab fotorakus täpselt niisamuti muutuva elektrivoolu, nagu muutub üksikute pildipunktide heledus. Kujutise kõige tumedamatele osadele vastab tähtsusetu nõrk vool fotorakus, kõige heledamatele osadele aga tugevaim vool.

Esimesed ülekandeseadised, mis töötasid sellel süsteemil, lahutasid kujutise 30 reaks. Kujutise külgede suhte juures

3 : 4 lahutati kogu üle kantav kujutis sel viisil 1200 pildipunktiks (30 rida 40 pildipunktiga igaühes).

Kuuekümmne-augulise kettaga paranes kujutise teravus ja järelikult ka pildi kvaliteet, mis vastas juba 4800 pildipunktile. 120 augu puhul oli pildipunktide arv 19 200 jne.

Selleks, et pärast pildi punktideks lahutamist kaugusse üle kanda liikuvat kujutist, tuli, samuti nagu kinos, ka liikumine ise üksikuiks faasideks ehk üksikpiltideks lahutada. Nende üksikpiltide kiire vaheldumine üksteise järel annabki silmale tervikliku liikumise mulje.

Vana tummokino kogemused näitasid, et tummfilmi puhul pidi selliste üksikülesvõtete arv sekundis olema vähemalt 12,5, kuigi ka selle arvu juures oli kujutise kvaliteet küllaltki madal: tekkis virvendus, ja liikumine, eriti kiire liikumine, oli segane. Liikuva kujutise üle kandmisel nipkovi ketta abil pidi ketta pöörete arv sekundis vastama minimaalselt vajalikule üksikpiltide arvule, käesoleval juhul 12,5-le. Järelikult, 1200 pildipunkti, millest koosnes kujutise üks liikumatu pilt, tuli liikumismulje saamiseks veel korrata mitte vähem kui 12,5 korda sekundis. Selleks tuleb saatjat vastuvõtjaga ühendavat juhet mööda saata 15 000 signaali sekundis.

Vastuvõtuseadises juhitakse saabunud signaalid pärast võimendamist huumlampi, mille ülesandeks on muuta elektrilised signaalid valgussignaalideks ja moodustada nende kogumikust terve kujutis. Huumlambike, erinevalt tavalistest hõõglampidest, reageerib signaalidele silmapilkselt, ükskõik millise sagedusega nad ka saabuksid. See võimaldab väga suurest arvust pildipunktidest koosneva kujutise vastuvõtmist.

Lambikese ette seatakse üles vastuvõtja ketas täpselt sama arvu aukudega, nagu on saatja kettas. Mõlemad kettad pöörlevad eriliselt ehitatud elektrimootorikeste abil sünkroonselt, s. t. ühes taktis ja niivõrd täpselt, nagu oleksid nad paigutatud ühele teljele. Sellega saavutatakse, et sel ajal kui saatja fotoraku ees liigub näiteks ketta esimene auk, liigub ka huumlambikese helendava plaadikese ees vastuvõtja ketta esimene auk. Vastuvõtja ketta pöörlemisel avab iga tema auk järjest, rida rea järel, vaataja silme ees helendava huumlambi lameda elektroodi üksikud täpid, mille heledus pidevalt vaheldub. Inimese silm, nähes $\frac{1}{10}$ sekundi vältel läbi ketta huumlambi helendava plaadikese kõiki

täppe järjekorras, liidab nad ise kokku üheks terviklikuks pildiks.

Hoolimata selle väga raske ülesande imetlusväärsest lihtsast lahendusest, hakati nipkovi ketast kaugnägemise ots-tarbeks kasutama palju hiljem pärast tema leiutamist. Selleks oli mitu põhjust.

Tol ajal olid fotorakud vähetundlikud ja selletõttu vaevalt reageerisid kujutiselt saabuva valguseenergia väike-sele hulgale. Kuid polnud võimalik tugevdada tollaegsete fotorakkude poolt tekitatud nõrka voolu. Ka polnud siis veel küllaldaselt tundlikke huumlampe, mis oleksid võinud helendada niivõrd nõrkade signaalide mõjul.

Alles raadio leiutamine vene teaduse korüfee A. S. Popovi poolt ja elektrontehnika loomine, mis arenes välja A. G. Stoletovi töödest, lõi kõik vajalikud eeldused kaugnägemise praktiliste süsteemide kujundamiseks.

Kujutise ülekanne raadio teel

Tutvustame kaugnägemise alustega, kujutise üksikpiltideks lahutamise peamiste viisidega ja pildipunktidest uuesti pildi koostamisega. Vaatleme nüüd küsimuse teist külge — kaugnägemissignaali ülekandmist kaugusse. Pärast seda, kui õnnestus kujutise signaale üle kanda raadio teel, hakkas ülekantavate pildipunktide arvu dikteerima sagedusriba, mida võisid kiirata ringhäälingujaamad.

Nagu me juba teame, peab elektriliste pulsside minimaalne arv kujutise keskpärase kvaliteediga ülekandeks olema sekundis 15 000. See tähendab, et antud sagedusriba võrdub 7500 hertsiga. Selline sagedusriba võttis enda alla ruumi, mis normaalselt mahutab vähemalt kaks ringhäälingusaatjat. Just sel põhjusel püüti kaugnägemise algaastail vähendada kujutise pildipunktide arvu, korduvate pildide sagedust sekundis ja piirduda kujutise kõige tagasihoidlikuma kvaliteediga. Kujutise jaoks, mis koosnes 4800 pildipunktist (60 reast) ja mis kanti üle sagedusega 25 üksikpilti sekundis (vajalik heli-kinopiltide ülekandmiseks, mis on filmitud sagedusega 24 pilti sekundis), oli vaja saatja sagedusriba laiendada kuni 60 000 hertsini.

See juba hõivas riba, mis oleks olnud küllaldane 7 raadiosaatejaama mahutamiseks.

Et mitte võistelda ringhäälingujaamadega, katsetasid

raadiokaugnägemise seadiste konstruktorid lühilaine piirkonnaga, sest 20 kuni 50 meetri (või 6 kuni 15 milj. hertsi) piirkonda võib paigutada tunduvalt suurema arvu saatjaid kui pika ja kesklaine piirkonda.

Kujutist, mis oli lahutatud 120, 180 ja enamaks reaks, ei rahuldanud ka lühilaine piirkond, neid kujutisi võis üle kanda ainult ultralühilainel. Kaugnägemise alguspäevil oli aga ultralühilainete tehnika alles lapsekingis, seetõttu jäi see lainepiirkond veel kauaks ajaks raadiotehnikale seitsme pitsoriga suletud ukseks. Kõik nimetatud asjaolud olidki põhjuseks, miks perioodil 1926—1934, hoolimata suure teadlaste ja tehnikute armee jõupingutustest, toimus kaugnägemisülekanne reeglina ainult 1200 pildipunktiga, harva 2400-ga.

Kaugnägemise regulaarseid ülekandeid raadio teel alustati NSV Liidus 1931. a. mais. Neile eelnes tohtu teaduslik uurimistö, mida teostas suur hulk nõukogude spetsialiste paljudes laboratooriumides. Uurimistöle kaasnesid proovi- ja katseülekanded. Olles raadio kodumaaks, andis NSV Liit enne kõiki kapitalistlikke maid rahva teenistusse ka kaugnägemise.

Esimesed nõukogude ülekanded toimusid teravusega 1200 pildipunkti ehk 30 rida. Ülekandeseadmes kasutati nipkovi ketast. Vastuvõtjais kasutati samuti nipkovi ketast või peegelkruvi, mis töötas samadel põhimõtetel nagu nipkovi ketaski.

Koos kujutise signaalidega anti raadio teel edasi ka erilisi signaale, mis aitasid hoida vastuvõtja ketta pöörlemist taktis saatja kettaga. NSV Liidus olid kaugnägemisülekanne pioneerideks V. I. Arhangel'ski, I. S. Džigit, I. J. Goron, P. V. Timofejev, S. A. Vekšinski, V. A. Gurov jt.

Nõnda sündis lõpuks kaugnägemine, mis loodi kõige erinevamatel teaduse- ja tehnika-aladel töötavate teadlaste mitmete sugupõlvede ühiste jõupingutustega.

Vene teadlastele kuulub sellel alal kõige otsustavam ja eesrindlikum osa.

Kaugnägemise elektronilised süsteemid

Pärast esimest vaimustusperioodi ei leppinud raadiovaatajad enam kaugnägemise 30-realisel ülekandel saadud kujutise ebatäiusliku kvaliteediga.

Et nirkovi ketast kasutades suurendada ridade arvu ja vältida ketta mõõdete suurendamist, oli vaja kettale mahutada rohkem auke. Selle tagajärjel vähenesid aga aukude mõõted ning ühes sellega ka valguseenergia hulk, mis läbi aukude sattus fotorakule. Kuid sellisel vähendamisel oli oma piir. Valgusekao vastumõjuks tuli suurendada stuudiost ülekantavate piltide valgustuse tugevust. Kaugnagemissaateis esinejad ei talunud aga heledat valgust ja lampidest tekkivat kuumust ning keeldusid sageli töötamast. Kinofilmide demonstreerimisel riknes film kõrge temperatuuri tõttu kiiresti.

Et säilitada aukude mõõteid muutuseta, oli vaja suurendada ketast, kuid ketta mehaanilisel vastupidavusel olid teatud piirid. Seejuures ei arenenud ka fotoraku tundlikkuse tõstmine niivõrd ruttu, et oleks võimaldanud ridade arvu järsku suurendamist, seda enam et jutt oli juba suurtest arvudest — 180, 240 ja enam rida.

Näis, et kaugnägemine oli sattunud ummikusse. Laboratooriumis teostatud prooviülekanded kujutise 120, 180 ja isegi 240 reaks lahutamisel näitasid, et ka see ridade arv ei ole piisav küllalt heakvaliteedilise kujutise saamiseks.

Ülesande lahendus, ja seejuures veel kõige revolutsioonilisemal viisil, tuli seekordki meie maalt.

Et tutvuda sellega, mis oli ära tehtud vene teadlaste poolt, tuleb meil pilk heita tagasi.

1907. aastal lõi Peterburi tehnoloogiainstituudi professor B. L. Rosing pärast mitmeaastast uurimistööd täiesti uude süsteemi kaugnägemise kujutise vastuvõtmiseks elektronkiiretoru abil.

Rosingi poolt kasutatud toru oli klaasist kolb ja meenus lameda põhjaga pudelit, millest õhk oli kõrvaldatud. Toru kaela oli paigutatud elektronide allikas — peenike metallniit. Kuumutamisel kiirgab see niit ümbritsevasse keskkonda elektrone. Seadis, milles niit asetseb, on ehitatud selliselt, et kiiratud elektronid väljuvad tema väikesest avast vihuna.

Edasi liiguvad elektronid suure kiirusega anoodi suunas, millele elektronide ligitõmbamiseks on antud kõrge positiivne pinge. Kuna anood on ehitatud torukujulisena, siis lendavad tugeva kiirendusega elektronid temast läbi ja saabuvad kolvi põhja siseküljele paigutatud ümmarguse ekraani pinnale. Ekraaniks on erilise koostisega õhuke kiht, mis omab võime teda tulistanud elektronide mõjutusel

helendada.¹ Seejuures sõltub ekraani helendamine kas elektronvihu tihedusest või elektronide kiirusest. Niipea kui elektronide vool katkeb, katkeb peaaegu silmapilkselt ka ekraani helendamine.

Toru sees, elektronvihu teel asub täiendav rõngaselektrood, millele on antud väike negatiivne pinge. Kuna ühelimelised elektrilised laengud üksteist tõukavad, siis, läbides sellise negatiivselt laetud elektroodi sisemuse, surutakse elektronvihk kokku ja koondatakse väga kitsaks kiireks.

Kui niisugune kiir tabab ekraani, tekib ekraanil väike, kuid tugevasti helendav täpp.

Seega on elektronkiiretorul ekraan, millele võib kanda helendavaid märke. Elektronkiir ise on aga «pliiatsiks», mille abil neid märke võib kirjutada. Tuleb ainult leida menetlus selle ebatavalise pliiatsi juhtimiseks.

Elektronid on väga tundlikud elektrilaengute mõjutusele. Kallutavat mõju avaldab elektronkiirele ka magnet.

Seda elektronkiire omadust kasutatakse elektronkiiretorus vastuvõetud kujutise ekraanile laotamiseks.

Selleks paigutatakse elektronvihu teele pärast seda, kui ta on läbinud elektroodi, mis surus ta kokku peenikeseks kiireks, ja anoodi, mis annab elektronidele suure kiiruse, veel kaks elektroodide paari. Üks neist koosneb kahest plaadist, mis on paigutatud elektronkiiretoru külgedele piki kiirt ja juhivad kiire liikumist kõrvale, s. t. suunavad kiirt vasakult paremale. Teine paar — kaks samasugust plaati — asetseb piki kiirt ülal ja all ning juhivad kiire liikumist üles-alla.

Kumbki plaadipaar on ühendatud elektriseadmega (generaatoriga), mis toodab erilist perioodiliselt muutuvat «saahambakujulist» elektripinget.

Vaatleme, mis sünnib elektronkiirega, kui ta läheb läbi kahe külgsplaadi vahelt. Kui mõlema plaadi pinge on null, siis on kiir vaba, — ta ei kaldu kõrvale, vaid suundub otse ekraani keskpunkti. Niipea aga, kui positiivne pinge ühel plaadil hakkab tõusma, kaldub elektronkiir kohe selle plaadi suunas. Negatiivne pinge vastasplaadil tõukab elektronkiirt samaaegselt endast eemale ja kallutab samuti kiirt positiivse plaadi poole, kahekordistades sellega pinge mõju elektronkiirele. Nende pingete mõjul hakkab valgustäpikes toru ekraanil liikuma põiki mööda ekraani. Jõudnud ekraani servani, pöörduv ta kiire hüppega tagasi teise serva, kuna

¹ See on nn. fluorestseeriv ekraan. *Koostaja.*

generaatori pinge aeglane tõus sel momendil katkeb, pinge langeb nullini ja muutub siis vastupidiseks.

Kiire aeglasel liikumisel vasakult paremale on helendav joon toru ekraanil tugev ja ere. Kiirel vastassuunalisel liikumisel muutub joon kahvatuks ja täiesti märkamatuks. Seesama sünnib, kui elektronkiirt hakkavad mõjutama ülemine ja alumine plaat. Kiir hakkab aeglaselt liikuma mööda ekraani ülalt alla ning pöördub siis hüppega üles tagasi. Mõlema plaadipaari üheaegsel sisselülimisel joonistab elektronkiir katkestamatult horisontaalsete plaatide mõjul toru ekraanile horisontaalseid jooni ning nihkub vertikaalsete plaatide mõjutusel ülalt alla. Seega ei asu horisontaalsed jooned ekraanil mitte ühel ja samal kohal, vaid üksteise all.

Kui torus vastuvõetud kujutis laotatakse näiteks 625 reaks ja seda korratakse 25 korda sekundis, siis peab elektronkiir $\frac{1}{25}$ sekundi vältel jõudma joonistada põiki üle ekraani 625 joont ja ainult üks kord teostama terve liikumise ülalt alla. Seepärast peab horisontaalse laotamise generaator andma 15 625 võnget sekundis, vertikaalse laotamise generaator aga ainult 25.

Kuna inimese silm tajub katkematu liikumisena liikumist, mis kordub 25 korda sekundis, siis näeme ekraanil pärast toru ja mõlema laotusgeneraatori sisselülmist eredalt helendavat riskülikut.

Selliselt laotab elektronkiiretoru vastuvõetava kujutise väga lihtsal viisil ekraanile, kusjuures pole vaja ainustki liikutavat mehaanilist detaili ja kasutatakse ainult elektrilisi vahendeid.

Kirjeldatud mooduse asemel võib laotamist samasuguse eduga teostada ka magnetilisel teel kahe paari elektromagnetite vahendusel.

Me vaatlesime, kuidas toimus kujutise laotamine elektroonilisel teel. Nüüd tutvume sellega, kuidas kaugnägemis-saatja poolt saadetud raadiosignaali muudetakse valgus-signaalideks.

See toimub elektronkiire energia tüürimisega, samuti ekraani helendamise juhtimisega.

See saavutatakse järgmiselt. Hõõgniidi vahetusse lähedusse asetatakse veel üks juhtiv elektrood, mis on samuti valmistatud väikese toru kujulisena, mida läbib elektronkiir. Seda elektroodi nimetatakse võreks. Tema juurde juhitaksegi saatjast saabunud võimendatud signaalid.

Eespool me juba mainisime, kui tundlik on elektronkiir teda mõjutava elektrivälja suhtes. Seepärast elektronkiiretorus, hoolimata elektronidele hiiglasuurt kiirust andvast kõrgest anoodpingest, hoiab võrele juhitud võrdlemisi tähtsusetu negatiivne pinge kinni läbi tema lendavaid elektrone ja saadab neid isegi tagasi hõõgniidile. See toimub selle tõttu, et võre on asetatud peaaegu vahetult hõõgniidi juurde ja tema mõju elektronidele on seepärast tugevam kui eemal asuva anoodi mõju.

Tänu võre niisugusele mõjule satuvad ekraanile ainult need elektronid, millel õnnestub ületada võre negatiivse pinge vastutegevust. Vastupidi, kui toru võrele anda väike positiivne pinge, siis saavad elektronid tunduvalt täiendava kiirenduse. Nende arv suureneb, selle tagajärjel suureneb ka kiire energia. Selline väga tihe kiir kujundab ekraani tabades tugevasti helendava täpi.

Nii nagu vastuvõetavate raadiosignaali tugevust muudetakse juba saatjas vastavalt ülekantava kujutise üksikute pildipunktide heledusele, niisama muutub täpselt samas järjekorras ka nende täppide heledus vastuvõtja ekraanil.¹

Et ühtlustada (sünkroniseerida) saatja pildipunktideks lahutava seadise liikumist kineskoobi elektronkiire liikumisega, selleks saadetakse saatjast koos kujutise signaalidega spetsiaalseid sünkroniseerimissignaale, mis sunnivad vastuvõtja elektronkiirt alustama iga rea ja pildi laotamist rangelt üheaegselt nende lahutamise algusega saatjas.

Juba 1911. aastal õnnestus professor B. L. Rosingil ehitada töötavat vastuvõtja elektronitoru mudelit, mille abil ta esimesena maailmas teostas nn. katoode televisiooni. Ülekandeseadises kasutas B. L. Rosing kujutise lahutamiseks esialgu vana mehaanilist süsteemi.

Rosingi leiutis ei olnud õnnelik juhuse. Teadlane, kes uuris paljude aastate jooksul kujutise ülekandmise küsimust, veendus kaua aega enne oma kaasaegseid, et mehaanilistel süsteemidel pole tulevikku ja ainus õige tee kaugnägemise edasisele arenemisele on elektronseadiste kasutamine.

Veidi hiljem tegi B. L. Rosing ettepaneku loobuda kujutise mehaanilisest lahutamisest ja kasutada ka selleks otsarbeks elektronseadist.

Kui kaugele see ettenägelik vene teadlane lääne teadusest

¹ Elektronkiiretoru, mida kasutatakse kaugnägemisvastuvõtjas, nimetatakse kineskoobiks. *Koostaja.*

ette jõudis, seda näitab järgmine fakt. Kümme aastat hiljem, 1922. aastal, kui ringhääling hakkas juba laialdaselt arenema, kinnitas tuntud eriteadlane kaugenägemise alal D. Michaly oma raamatus «Nägemine kaugusesse», et «elektronkiiretoru tarvituselevõtmine kaugnägemise eesmärgil on praktiliselt teostamatu».

Kuid õigus oli Rosingil. Pärast seda, kui tema tööd uuesti ellu äratati, võitis elektronkiiretoru kaugnägemises väga kiiresti tunnustuse ja on käesoleval ajal kaugnägemises iga-suguste vastuvõtuseadiste südameks.

Uuesti «kunstlik silm»

Tunduvalt raskem ja keerukam oli elektroniliste saateseadiste loomine. Siin pöördus teadlaste ja leiutajate mõte jällegi silma ehitusele, kuna just silmal on võime tajuda kujutise kõiki elemente üheaegselt.

Kas poleks võimalik ehitada niisugust ülekandeseadist, mille tundlikud elemendid tajuksid kogu kujutist üheaegselt, kusjuures järgnev lahutamine oleks vajalik ainult signaalide ülekandmiseks? Siis mõjuks valgus igast kujutise täpist fotorakkude tundlikule pinnale pidevalt kogu selle aja vältel, mis kulub ühe pildi lahutamiseks, s. t. $\frac{1}{25}$ sekundi kestel tuhandiku või kümnetuhandiku sekundi asemel, nagu see oli nipkovi ketta kasutamisel.

Miks mitte pöörduda, kasutades kõiki tehnika uudseid saavutusi, jällegi ekraani juurde, mis on koostatud paljudest miniatuursetest fotorakkudest? Selleks on ainult vaja, et signaali ülekande ajal ühelt fotorakult säiliks kõigil teistel fotorakkudel kujunevad laengud ja koguneksid seniks mingisugusesse hoidlasse või «akumulaatorisse», kuni saab nende järjekord.

Kui sellisele mosaiiksele (kärjetaolisele) ekraanile projekteerida mingi valgustatud kujutis, siis hakkavad kõik miniatuursed fotorakud üheaegselt töötama välja oma laenguid ja laadima oma «akumulaatoreid». «Akumulaatoreisse» kogutud laengute lõplik suurus ei kujune aga ühesuguseks, kuna see sõltub igat fotorakku mõjutava valguse heledusest.

Kas ei saaks mingisuguste ümberlülitite abil igale «akumulaatorile» kogunenud laenguid kiiresti üksteise järel vabastada ja muuta need elektrisignaalideks, mis lähevad vastuvõtjasse?

Just see mõte, mille esimesena väljendas B. L. Rosing, osutus ainuõigeaks teeks kõrgekvaliteedilise elektronilise kaugnägemissaatja loomisel.

Selle idee praktilise teostamise au langes nõukogude teadlasele S. I. Katajevile, kes 1931. aastal leiutas elektronsaate-toru nn. mosaiikkatoodiga, mis on võimeline koguma temal tekkivaid elektrilaenguid. Mainitud toru avas uue ajastu kaugnägemise arengus. See «elektriline silm» on ehitatud järgmiselt. Väga õhukesele vilgukiviplaadile on kantud valgustundlik materjal, kuid mitte ühtlase kihina, nagu tavalistel fotorakkudel, vaid miljonite üksteisest isoleeritud imepisikeste terakestena. Igaüks neist terakestest on tilluke fotorakk, mis oma mõõdetelt ja tegevuselt meenutavad kepi-kesi ja kolvikesi, millest koosneb inimese silma võrkkest. Vilgukiviplaadi vastaskülge, mis ise on isolaatoriks, kaetakse õhukese elektrit juhtiva metallikihiga.

Juhtiv metallikiht koos mosaiigikihi ja isolatsiooniga nende vahel (vilgukiviga) moodustab kondensaatori.

Ülekantav kujutis kantakse mosaiigile fotoobjektiivivi abil. Valguskiire energia mõjul lüüakse igast tillukesest fotorakust pidevalt välja elektrone, mille hulk vastab mosaiigi sellele kohale langeva valguse intensiivsusele. Kaotades sel teel elektrone, muutuvad mosaiigiterakesed positiivselt laetuks. Selle laengu suurus vastab mõjutava valguse intensiivsusele.

Sel viisil luuakse valguse toimel mosaiigile pidevalt, esialgselt küll veel peidetud kujul, temale projekteeritud kujutise täpne elektriline koopia. See kujutis oleks nagu tehtud positiivseist laenguist: seal, kuhu langes rohkem valgust, on laeng suurem, seal, kuhu valgust vähem langes, on laeng väiksem.

Pärast seda, kui kogu mosaiik on elektriseeritud, libiseb elektronkiir mööda mosaiigi pinda, läbides järjestikku elemendi elemendi ja rea rea järel. Kuna see kiir koosneb elektronidest, siis valgustundliku kihi terakestel kujunenud positiivsed elektrilaengud, haaranud elektronkiirest vajaliku arvu elektrone, hääbuvad kohe. Positiivsete laengute silmapilkne hääbumine kondensaatori ühel küljel pärast seda, kui elektronkiir on läbinud fotoraku terakeste iga rühma, kutsub kiiresti esile suuruse poolest võrdsete negatiivsete laengute hääbumise plaadi vastaskülje kattes. Plaadi teine, metallist kattekiht on ühendatud võimenduslambi võrega. See lamp võimendab kõik pinge väikesedki muudatused ja muundab

need signaalideks, mis suunduvad võimendaja järgmistesse lampidesse, seejärel aga raadiosaatjasse.

Tänu oma võimele vahetpidamata laenguid koguda on mosaiik-fotokatoodiga saatetorud (ikonoskoobid) umbkaudu 1000 korda suurema tundlikkusega kui ühe fotorakuga ja kujutist mehaaniliselt lahutavad seadmed.

Selle kaugnägemissüsteemi leiutas ja viis esimesena ellu nõukogude teadlane. Tema leiutise menu oli tõukeks tervele reale ideedele sellel alal.

S. I. Katajevi enda, P. V. Šmakovi, P. V. Timofejevi, S. A. Vekšinski ja paljude teiste nõukogude teadlaste edasised tööd võimaldasid viia ikonoskoopide tundlikkuse kuni inimese silma tundlikkuseni.

Kaugnägemine ultralühilaineil

Me teame juba, et isegi kõige algelisem 30-realine kujutis, mida kasutati esimestes kaugnägemisülekannetes, hõivas sagedusriba, kuhu oleks võinud mahutada kaks raadiosaatejaama. Tänapäeva kõrgekvaliteediline 625-realine kaugnägemine võtaks enda alla aga sagedusriba, mis mahutaks rohkem kui 60 raadiosaatjat. Nii laia sagedusriba võib üle kanda ainult ultralühilaineil, kus mahutamisvõimalused on kõige soodsamad. See on ultralühilainete esimene ja kõige tähtsam eelis.

Teisest küljest on aga ultralühilaineil suur puudus: nad levivad ainult sirgjoones. Tavaliste mastide ja tornide kasutamisel, mida võib luua kaasaegne tehnika (250—300 m), ei ületa ultralühilainete leviku ulatus 25—30 km. Seepärast on kaugnägemise alal töötavate teadlaste ja leiutajate peamiseks ülesandeks ultralühilainete levimise piiride laiendamine ja kujutise ülekandmise kaugusse tõeliseks kaugnägemiseks muutmine.

KAUGNÄGEMISE PROBLEEME

Insener K. A. Gladkov

Võib öelda, et kaugnägemine on alles viimaseil aastail jõudnud välja otsingute staadiumist ja muutunud reaalseks tõelisuseks.

Kaasaegne tehnika on saavutanud juba küllaldaselt selge ühevärvilise tasapinnalise kujutise väikesel ekraanil. Praegu töötavad meie teadlased ja insenerid arvukais laboratooriumides ülekande kauguse suurendamise alal ning kõrgekvaliteedilise, värvilise ja ruumilise kujutise saamiseks, mida võib projekteerida suurele ekraanile.

Allpool käsitleme küsimusi, millel on suur tähtsus kaugnägemise edaspidises arenemises.

Selgelt ja heledalt

Pärast rekonstrueerimist annab Moskva kaugnägemiskeskus üle parima kujutise maailmas 625-realise teravusega (s. t. kujutis koosneb 500 000 pildipunktist). Mida tähistavad need arvud, kuidas ja millega võib neid võrrelda?

Viimasel ajal on kujunenud tavaks võrrelda kaugnägemiskujutise kvaliteeti kinos saadava kujutisega. Selge, esmaklassiline projektsioon hästipaljundatud uuel normaallaiusga kinofilmilt koosneb umbkaudselt 1,2—2,0 miljonist pildipunktist, mis vastab kaugnägemise 1000—1200-realisele teravusele.

Tavalise kinofilmi keskmise teravusega projektsioon või hea projektsioon kitsasfilmiaparaadist vastab kujutisele teravusega 525—625 rida ehk 400—500 tuhat pildipunkti.

Viimasel ajal on teostatud edukaid katseid kaugnägemise alal teravusega 1050 rida ehk 1,4 miljonit pildipunkti. Kvaliteedilt vastab see heale kinoprojektsioonile. Selle saavuta-

misele ongi suunatud lähemal aastail kaugnägemise alal töötavate teadlaste ja leiutajate püüdlused.

Siia kuuluvad ka tööd saateseadmete ja kineskoopide tundlikkuse suurendamiseks. Pärast uute elektronitorude loomist, milledes kasutatakse nõukogude teadlase L. Kubetski leiutist — sekundaar-elektronkordistajat —, on muutunud võimalikuks üle kanda kujutisi stseenidest, mis on valgustatud künlatulega, põleva tuletikuga või isegi kuuvalgusega.

Suurel ekraanil

Pärast seda, kui oli avastatud võimalus kujutist üksikuteks pildipunktideks lahutades viimaseid üksteise järel üle kanda nirkovi ketta abil, suundusid leiutajate jõupingutused suurekraanilise kaugnägemise süsteemi loomisele.

Algul paigutati seks otstarbeks huumlambi ette suurendusklaas. See võimaldas näha kujutist mõnevõrra suurendatud mõõdetega. Kuid nii mitu korda, kui suurenes vastuvõetav kujutis, niisama palju vähenes tema teravus. Ja kuna selle süsteemi juures ka ilma suurendusläätseta oli pilt võrdlemisi tume, siis eelistati sagedamini vaadata väikest, kuid mitmekordselt selgemat kujutist.

Veidi hiljem leiutati väga hele punkt-huumlamp, mis võimaldas peegel- või läätsketta abil projekteerida kujutist ekraanile mõõdetega 20×30 cm.

Üleminek kaugnägemise uuele süsteemile, milles niihästi signaalide juhtimine kui ka kujutise lahutamine ja laotamine toimub täielikult elektriliste vahenditega, lubas teostada tunduvalt suuremast arvust ridadest koosneva kujutise ülekannet ja vastuvõttu. Seepärast oli tarvilik leida täiesti uudseid teid ka suure ekraani ülesande lahendamiseks. Ekraani mõõdete suurendamise esimene menetlus suundus just peamiselt kineskoobi ekraani suurendamisele või siis väikese, kuid sedavõrd heleda pildiga kineskoobi loomisele, millisel on võimalik optiliste seadiste kaasabil pilti projekteerida suurele ekraanile.

Kaasaegne tööstus suudab valmistada elektronkiiretoru (kineskoobi) ekraani läbimõõduga kuni 60 cm. Kuid need kineskoobid on kohmakad, suured ja kergesti purunevad.

Käesoleval ajal tehakse katseid ehitada metallkineskoobe, millel ainsaks klaasist osaks on ekraan.

Niisugused suure ekraaniga torud leiavad laialdast kasu-

tamist klubide ja koolide vastuvõtjais, samuti vastuvõtjais, mis on määratud individuaalseks kasutamiseks.

Suured võimalused on varjul torudes, millede ekraanid on küll väikesed, kuid erakordselt suure heledusega. Ekraani suur heledus saavutatakse elektronide suure kiirendusega ja seega laotava kiire energia suurendamisega.

Kui tavalise kaugnägemisvastuvõtja kineskoobi anoodil ületab pinge harva 3000 volti, siis torus heleda ekraaniga võib pinge künida 30 000 ja enam voldini. Sellise toru jaoks on nõutav spetsiaalne elektroodide konstruktsioon ja eriti kindel ning võimas lakkamatu jahutus. Niisuguse toru ekraanil saadavat kujutist võib suunata suurele ekraanile suure valgusjõuga objektiivivi või nõguspeegli abil. Ekraan võib künidada niisuguste mõõdeteni, milliseid kasutatakse tavalistes kinoteatrites. Selliste torude kõrge hind ja lühike eluiga, seadiste keerukus ja kallidus ei luba seda suurele ekraanile projekteerimise viisi seni veel pidada praktiliselt sobivaks.

Kineskoop, mis omab tavalistega võrreldes mõnevõrra kõrgendatud heledusega ekraani, võib kasutada koos suure valgusjõuga optilise süsteemiga projekteerimiseks suurele ekraanile. Sel puhul vajalik optiline süsteem on välja töötatud teleskoopide tarbeks nõukogude teadlase professor Maksutovi poolt. See annab võimaluse saada täiesti rahuldavat projektsiooni ekraanile, mille laius on ligi 1 meeter, ja nii luua võrdlemisi odavat seadist.

On veel üks tee projektsiooni saamiseks suurel ekraanil. See on kaugnägemise süsteem, kus on ühte sobitatud kino ja televisioon. Oma kõige täiuslikumal kujul on ta järgmine: kujutis, mis on saadud vastuvõtja kineskoobi väikesel, kuid heledal ekraanil, kopeeritakse liikuvale tundlikule kinofilmile nagu tavalisel filmimisel. Edasi ilmutatakse film kõvendavais lahuseis, et teataval määral kõrvaldada niisuguseil juhtudel paratamatult esinevat alavalgustust. Kineskoop on reguleeritud nii, et kinofilmil saadakse kohe positiivne kujutis. Pärast kinnitamist ja kuivatamist läheb film harilikku kinoprojektorisse ja pildid projekteeritakse suurele ekraanile.

Edasi satub film seadmesse, kus temalt pestakse maha juba tarvitatud valgustundlik kiht ja kantakse peale uus. Film on jällegi valmis ülesvõtteks, ilmutamiseks, projekteerimiseks jne.

Niiviisi liigub film lõputu lindina kuni täieliku kulumiseni.

Kuid senini pole suudetud luua sellise automaatse «kino-

vabriku» rahuldavat konstruktsiooni, mis oleks küllaldaselt väikeste mõõdetega, odav ja töökindel. Siiski pööratakse sellele süsteemile viimaseil aastail väga palju tähelepanu.

1925. a. esitas akadeemik A. A. Tsernõšov suurele ekraanile projekteerimise süsteemi niinimetatud valgusventiili abil. Siin ei kujundata saadud signaalide energiat vahetult ümber valgusenergiaks, vaid seda kasutatakse juhtiva ventiilseadise tegevusse rakendamiseks, mis laseb läbi või hoiab kinni võimsast valgusallikast lähtuvat valgusvoogu. See on signaalide kaudne võimendamine. Kirjeldatud menetlus on põhimõttelt sarnane eeltoodud kinoprojektsiooni süsteemiga, kus kinofilm temale jäädvustatud kujutisega juhib võimsat valgusvoogu, mis väljub projektsiooniaparaadi kaarlamblast.

Vaatleme üksikasjalisemalt, kuidas on ehitatud üks sellisest valgusventiilidest.

Läbipaistvasse ja püdelasse vedelikku segatakse erakordselt peenikest pulbrikujulist kõrgekvaliteetset dielektrikut. Mikroskoobi all nähtub iga selline pulbriosakene õhukese ja lameda liblena. Harilikus olukorras näib vedelik vastu valgust tumedana, kuna osa liblesid oma laia pinnaga valguskiiri kinni hoiab.

Kui seesuguse lahusega täidetud lame klaasnõu asetada kõrgepingelisse elektrivälja, siis pöörduvad elektrivälja mõjutusel peaaegu kõik pulbri libled oma pindadega piki selle välja jõujooni ja vedelik muutub vastu valgust läbipaistvaks. Muutes välja tekitava pinge kõrgust, võib libled järjekorras seada rohkem või vähem kallakasendisse, millest olenevalt muutub ka vedelikku läbiv valgushulk. Vedelik näib kord läbipaistvana, kord tumedana. Elektrilise pinge kõrguse muutmist võib teostada elektronkiirega, nagu see sünnib elektronkiiretorus.

Vedeliku iga väike osake muutub sel silmapilgul, kui talle on keskendatud elektronkiir, teda läbivale valgusele kord rohkem, kord vähem läbipaistvaks. Pärast elektronkiire lahkumist sellest punktist asetuvad pulbriliblekesed uuesti korrapäratult ja hoiavad kinni valguskiiri kuni momendini, mil elektronkiir jällegi samale kohale pöörduv.

Tavaliselt paigutatakse selline valgusventiil kolvi sisse. Valguskiir tugevast allikast (näiteks hõõg- või kaarlamblast) lastakse läbi ventiili ning suunatakse siis keskendatult suurele ekraanile. Neist kohtadest, kus vedelik on päris tume, valgus läbi ei pääse, kuid sealtkaudu, kus vedelik on hele, jõuab valgus ekraanile.

Tegelikkuses toimub see kõik tunduvalt keerukamalt eelkirjeldatust. Hoolimata selle süsteemi suurtest eelistest ei ole aga veel üle saadud tema põhilisest puudusest: maksimumal ja minimaalne valgusvoog, mis vedelikku läbivad, erinevad üksteisest väga vähesel määral ja saadud kujutis tuleb välja kahvatuna ja ebakontrastsena.

Võitlus kauguse eest

Varajasemad kaugnägemissüsteemid 30 ja 60 reaga (1200 ja 2400 pildipunktiga) võimaldasid pikkadel lainetel teostada ülekannet tuhandete kilomeetrite kaugusele. Kuigi need kujutised olid väga ebatäiuslikud, olid paljud raadiovaatajad nõus seda taluma, et ainult «ühe silmagagi» näha paraadi Punasel väljakul või jalgpallivõistlust Dünamo staadionil.

120-st reast koosnevat kujutist oli võimalik, kuigi raskustega, veel üle kanda lühilaineil, sealjuures vältimatute moonutustega, mis on ühenduses lühilainete levimise iseärasusega. Edasine kujutise ülekande teravuse ja kvaliteedi tõstmine toimus juba ultralühilaineile ülemineku arvel. Praegusaegne kaugnägemine, mida teostatakse laineil pikkusega 7 meetrist kuni 0,5 meetrini, ületab kauguse, mis on võrdne vaid otsenähtavuse piiriga, s. t. 25—30 kilomeetrit. Väga lühikestel lainetel kitsendab iga takistus, mis pole oluline pikemate lainete puhul (näiteks puud, ehitused, künkad jne.), ülekande-tegevust, ühes sellega väheneb ka võimalike kaugnägemissaate jälgijate arv.

Kuidas suurendada kaugust, milleni võib üle kanda kaugnägemissaate programmi?

Üks selle ülesande lahendamise menetlus on koaksiaal-kaabli kasutamine.

Ultralühilained on kohased ülekande teostamiseks koaksiaal-kaablit mööda — metalltoru mööda, mille sees isoleerainest ketastel paikneb täpselt keskel teine juhe. Selles kaablis levib elektrienergia, libisedes piki mõlema juhtme sisepinda. Niisuguse kaabli abil võib üle kanda kaugnägemise kõrgsagedussignaale suurele kaugusele üsna väikeste kadudega, ja mis peasi — sel puhul säilib selleks ülekandeks vajalik lai sagedusriba.

30—50-kilomeetriste vahemaade järel seatakse sellisel koaksiaal-kaabliga liinil üles väikesed automaatjaamad neid

kaableid mööda kulgevate kaugnägemissignaali vöimendamiseks ja moonutuste kõrvaldamiseks.

Säärase liini lõpp-punktis kantakse signaalid teistkordselt eetrisse läbi kohalike raadiosaatjate.

Nende kaablitega võib ühendada suur hulk linnu ja suuri asustatud punkte, ja seades igaühes neis üles väikese saatja, võib transleerida programmi, mis väljub ühest keskusest.

Teine menetlus suurele kaugusele ülekande küsimuse lahendamiseks seisab järgmises. Kui kaugnägemissignaale üle kanda veel lühemal lainel — detsimeeter- või isegi sentimeeterlainel, siis võib saatja antennist nende lainete kiiratud energiat kontsentreerida väga kitsaks kiireks võrdlemisi väikeste parabolsete peeglite ehk reflektorite abil. 30- kuni 50-kilomeetristel vahemaadel seatakse kõrgeile künghostele, tornidele või ehitustele üles vastuvötu-ülekanne translatsioonijaamad, mis on varustatud selliste reflektorantennidega. Saadetud kitsad vihukujulised signaalid püütakse kinni vastuvötu-reflektoriga, võimendatakse, antakse edasi uuele saatjale ja kiiratakse uuesti samasuguse reflektoriga edasi kuni järgmise jaamani.

Sellised translatsioonijaamad võivad töötada täiesti automaatselt. Kombineerides ülekannet koaksiaalkaablit mööda ja suunatud radiokiirega ning kasutades maapealseid kõrgeid punkte, võib kaugnägemisülekanne kättesaadavaks teha mitmemiljonilisele raadiovaatajate hulgale.

On veel üks menetlus kaugnägemise saatejaamade saateulatuse suurendamiseks. Tõstes antenni suurele kõrgusele, võib tunduvalt suurendada jaama tegevusraadiust. Aga ka antenni kõrgus omab tehnilisi piire.

Oletatakse, et kaugnägemise retranslatsioon lennukilt, mis lendab stratosfääris, võimaldab saatejaama võrdlemisi väikese võimsuse juures järsult suurendada tema tegevusulatust, mis võib küündida mõnede sadade kilomeetriteni. Ülekande juures lennukilt on välditud hulk moonutusi, mis pärinevad raadiolainete peegeldumisest ehitustelt ja teistelt takistustelt, raadiosignaali tulemine ülalt kõrvaldab peaaegu täielikult surnud tsooni ehk «raadiovarju». Stratosfääris lendav lennuk on garanteeritud tormide ja ilmastikumuutuste eest, mis toimuvad madalates atmosfäärikihtides. Seejuures on võimalik, et lennuk lendab ilma meeskonnata, kuna tema juhtimine teostub maa pealt. Kaugnägemise lennukradiojaama teenindamine, arvesta-

des tema poolt kaetavat maa-ala, maksab palju vähem suure arvu maapealsete jaamade soetamise ja teenindamise kuludest. Niisugune lennukite grupp võib teenindada väga suurt territooriumi.

Mitu aastat tagasi õnnestus võimsa raadiolokatsiooni-jaama vahendusel saata signaali Kuule ja vastu võtta selle tagasipeegeldus Maa peal. Nüüd eeldatakse, et kaugnägemissignaale on võimalik tulevikus üle kanda suurtele kaugustele, saates neid Kuu pinnale või mõnele maakera kunstlikule kaaslasele, mis asub planeedist väga kaugel. Peegeldudes nende pinnalt teatud nurga all, satuvad signaalid maakera ühte või teise piirkonda või koguni teise maailmajaku.

Värviline kaugnägemine

Inimese silmale nähtav valge värvus on tõeliselt hoopis põhivärvuste — punase, rohelise ja sinise — kiirte segu. Kui me eseme raadio teel edasi antava värvilise kujutise lahutame kolmeks põhivärvuseks ja igaühe neist eraldi üle kanname ning vastuvõtul neist jälle ühtse pildi koostame, siis saame ülekantava objekti täpse värvilise kujutise.

Viimase paari-kolme aasta jooksul on välja töötatud seadised, mis rahuldavalt lahendavad elektronilise värvilise kaugnägemise ülesande, kuid oma keerukuse tõttu on nad praegu veel kaugel laialdasest rakendamisest.

Üks neist seadistest kasutab värvilisi pöörlevaid filtreid, mis sarnaneb mehaanilisele süsteemile nipkovi kettaga.

See süsteem töötab järgmiselt. Saatetoru ees, mille mosaiik on ühtviisi tundlik kõikidele värvustele, pöörleb ketas, mis koosneb kolmest filtrist — punasest, sinisest ja rohelisest. Ülekantavalt kujutiselt langeb valgus toru mosaiigile järjekorras läbi nende valgusfiltrite. Selle tagajärjel erinevad järjestikku saadud elektrilised pildisignaalid üksteisest tunduvalt, kuna mitmevärvilise kujutise heledus on mitmesugune.

Kujutise iga pildipunkt kantakse sel viisil ühekordse ülekande asemel, nagu see sünnib tavalistes kaugnägemissüsteemides, üle kolmekordselt, iga kord ligikaudu $\frac{1}{14}$ sekundi vältel.

Sellise televisioonsaatja sagedusriba võtab enda alla 3 korda laiema ala kui tavaline must-valge kaugnägemine.

Vastuvõtuseadmeis toimub kirjeldatud protsess vastupidi-ses järjekorras. Valge helendusega kineskoobi ees pöörleb ketas samasuguste värvifiltritega, nagu on saatjas. Pööreldes vaataja silme ees $\frac{1}{4}$ sekundi jooksul, koostavad need filtrid kolmest erivärvilisest kujutisest ühe mitmevärvilise kujutise.

Eelkirjeldatud süsteemi peamised puudused seisavad selles, et raske on kohandada värvifiltrite karakteristikat ülekandetu (ikonoskoobi) mosaiigi värvusetundlikkusega ja kineskoobi ekraani helendava värvuse iseloomuga. Selle süsteemi puhul töötab üks saatja ning värvuste signaalid saadetakse temast üksteise järel.

Teine süsteem põhineb mitte värvuste järjestikusel, vaid üheaegsel ülekandel. Puuduvad ka pöörlevad filtrid.

Selle süsteemi puhul suunatakse ülekantav kujutis üheaegselt kolmele üksikule fotorakule, millest igaüks on tundlik ainult ühele teatud värvusele. Saatja on ehitatud selliselt, et valguskiir langeb kujutiselt algul poolläbipaistvale peeglile, mis peegeldab punaseid kiiri punasele värvusele tundlikule fotorakule. Ülejäänud värvused lähevad läbi selle peegli edasi. Järgmine peegel peegeldab siniseid kiiri sinisele värvusele tundlikule fotorakule ning ülejäänud kiired lähevad fotorakule, mis on tundlik rohelise valguse suhtes.

Niisuguse menetlusega lahutatud värvilised signaalid antakse edasi saatjasse. Selle süsteemi puhul töötavad üheaegselt kolm saatejaama. Kaugnägemise vastuvõtuaparatuuris juhitakse need lahutatud signaalid igaüks oma eri toruni, mis helendab kas punase, sinise või rohelise värvusega. Võib kasutada ka torusid, mis helendavad vaid valge valgusega; siis tuleb iga toru ette paigutada liikumatu värviline filter. Läätsede ja peeglite abil ühendatakse üheaegselt kõigi kolme toru ekraanidel saadud värvilised kujutised üheks pildiks. Saadakse mitmevärviline kujutis, mis projekteeritakse ühisele läbipaistvale või valgele ekraanile.

See süsteem on praegu veel keerukas ja kallis.

Värvilise kaugnägemise esimesed edukad katsed õnnestusid just nende kahe kirjeldatud süsteemiga.

Värvilise kaugnägemise ülejäänud süsteemid, kuigi üldiselt huvitavad ja teravmeelsed, on aga veel laboratoorses staadiumis. Neist kõige suuremat huvi pakuvad süsteemid, mille juures püütakse kasutada vastuvõtjas ainult ühte toru,

mille ekraan helenduks erisuguste värvustega, sõltuvalt elektronkiire kiirusest. Töötatakse välja samuti kineskoopi, kus ekraan koosneb kolmest eraldiasetsevast läbipaistvast ekraanist. Igaüks neist ekraanidest helendab eri värvusega ning nende helendamise reguleerimist teostatakse elektronkiire kiiruse muutmisega.

Kaugnägemine astub ellu

Senini vaatlesime ainult mõningaid üldisi probleeme tulevikukaugnägemise alal. Kuid tuleb tingimata mainida ka mõningaid kaugnägemise spetsiaalse rakenduse küsimusi, mille praktilist lahendust võib oodata juba lähemal ajal.

Haruldast ja rasket keemilist katset (või kirurgilist operatsiooni) kõigis tema detailides ja peensustes, segamata laborante, võivad jälgida heal juhul vaid mõned üksikud isikud. Mitte mingisugused, isegi kõige hiilgavamad kirjeldused neist katseist ei anna edasi sajandikku osagi sellest, mida võib kogeda siis, kui olla isiklikult katse juures ja seda uurida.

Siin lahendatakse pealtvaatajate arvu suurendamise küsimus kaugnägemise kasutuselevõttuga. Laboratooriumi seatakse üles kaugnägemise ülesvõtteaparaat, mille mõõted ei ületa tavalise kinoülesvõtteaparaadi mõõteid. Suure valgusjõuga objektiivid lubavad asetada kaamera sinna, kus ta laborantide tegevust kuidagi ei sega. Kaasaegsete ülitundlikkude torude kasutamine annab võimaluse kujutist selgelt üle kanda. Naaberruumidesse seatakse üles vastuvõtjad, mis võimaldavad paljudel inimestel ka kõige keerukamate katsete kõiki detaile jälgida. Veel suuremat näitlikkust pakub värvilise kujutise ülekande suurele ekraanile ja suurendatud mõõdetes. Vastuvõtja paigutamisel saatja ligidusse võib neid ühendada kaablitega, mistõttu kujutise ridade arv tunduvalt suureneb, — seega võimaldub veel rohkem parandada ülekande selgust.

Kaugnägemine leiab laialdast kasutamist: tööstuses kergendab ta tehase dispetšeril tsehhide töö jälgimist; veealustel töödel võib tuuker tutvuda veealuste tööde objektidega enne vee alla laskumist; meditsiini alal on võimalik demonstreerida keerukat kirurgilist operatsiooni mitme tuhande pealtvaatajaga auditoriumile.

Kaugnägemine võimaldab näha läbi udu ja öösel, kasu-

tades mõnede keemiliste koostiste tundlikkust infrapunaste kiirte suhtes.

Lõpuks, kaugnägemine võimaldab igal vaatajal näha oma kodus paraadi Punasel väljakul, näha katseid, mis kaasnevad raadio teel ülekantavate, teaduslikel temadel peetud loengutega, vaadata transleeritud teatrilavastusi, kinofilmide või kontserti stuudiost, olla «aktiivseks osavõtjaks» kõigist huvitavaist spordivõistlustest meie staadionidel, külastada raadio teel muuseumi ja pildigaleriisid.

Ülaltoodud näidete loetelu võiks mitu korda suurendada, kuid ka toodud näiteist piisab, et saada kujutlust, milliseks kaasakiskuvaks ja tähtsaks tehniliseks saavutuseks on kaas-aegne kaugnägemine, mis on loodud vene teadlaste Stoletovi ja Popovi hiilgavate tööde alusel.

Erinevalt kapitalistlikest maadest, kes kasutavad kaugnägemist kas ohjeldamatu reklaami vahendina või uue sõja-purustusrelvana, andis Nõukogude Liit kaugnägemise progressi ja sotsialistliku kodumaa õitsengu teenistusse.

RAADIO UUS KASUTUSALA

Inseener F. Tšestnov

Kui raadio leiutaja, suur vene füüsik Popov demonstree-
ris oma piksemärkijat, seda kõikide nüüdisaegsete raadio-
vastuvõtjate esiisa, oli raske ette näha, milline hiilgav tule-
vik raadiot ootab.

Tol ajal oli eeter tühi, meie ajal aga töötab kümneid
tuhandeid raadiojaamu. Eetris on jäänud kitsaks, seal valit-
seb suur ruumipuudus ja elevus nagu suurlinna peatänaval.

Nüüd ei seisa raadio mitte ainult side ja ringhäälingu tee-
nistuses, vaid ta on leidnud väga mitmekesiseid rakendus-
alasid. Raadiotehnika saavutused suurenevad iga päevaga.
Viimaseil aastail saavutas oma tehnilise täiuslikkuse uus
raadio rakendusala — raadiolokatsioon.

Raadiolainete peegeldumise nähtus, mis on aluseks raa-
diolokatsioonile, avastati samuti raadio leiutaja Popovi
poolt.

1897. a. tegi A. S. Popov oma abilise Rõbkiniga katseid
raadioside kauguse suurendamise alal. Katseid sooritati
Kroonlinna sadamas.

Et muuta jaamad vahelist kaugust, asetati jaamad laeva-
dele: saatejaam õppelaevale «Euroopa», vastuvõtja ristlajale
«Aafrika».

Kord selgel juunipäeval istus Rõbkin vastuvõtuaparaadi
juures. Ta vaatles uurivalt märke, milliseid aparaat märkis
telegraafilindile. Korruga hakkasid punktid ja kriipsud
ilmuma ikka korratumalt ja korratumalt ning lõpuks kadu-
sid need hoopis.

Rõbkin vaatas merele. Seal kaugel sõitis «Aafrika», kus
asus Rõbkin, ja «Euroopa» vahelt läbi ristlaja «Leitnant
Iljin». See põhjustaski mõistatuslikke korratusi raadioteate
vastuvõtmises.

Niipea kui «Leitnant Iljin» oma kerega varjas laeva

«Euroopa», tekkis raadiolainete teele tõke, mis kutsus esile raadiolainete peegeldumise. Ristleja «Aafrika» tsoonis moodustus «raadiovari». Raadiolained ei saanud sinna sattuda ja vastuvõtja lakkas töötamast. Öösel oleks selline juhus aidanud avastada laeva, mis muidu olnuks peidetud pimedusse.

Avastanud raadiolainete peegeldumise, järeltas Popov geniaalse ettenägelikkusega, et seda nähtust saab praktiliselt ära kasutada. Popovi ennustused täitusid. Tema poolt tehtud avastus raadio praktilise rakendamise tingimustes varjas eneses ääretu suuri võimalusi. Nelikümmend aastat hiljem valmis selle põhjal raadiolokatsioon.

Kuidas töötab raadiolokaator

Raadiolokatsioon — see on mingisuguse kauguses asuva objekti täpse asukoha kindlaksmääramine raadiolainete abil. Ta baseerub raadiokaja kasutamisel.

Raadiolokaator kujutab endast erakordselt keerukat raadiotehnilist aparati. Ta koosneb järgmistest põhilistest osadest: pulssgeneraatorist ehk sünkronisaatorist¹, raadiosaatjast, vastuvõtjast, suundantennist, antennilülitist, indikaatorist ja vooluallikaist.

Raadiolokaatori töö on allutatud rangele rütmile, mille määrab sünkronisaator.

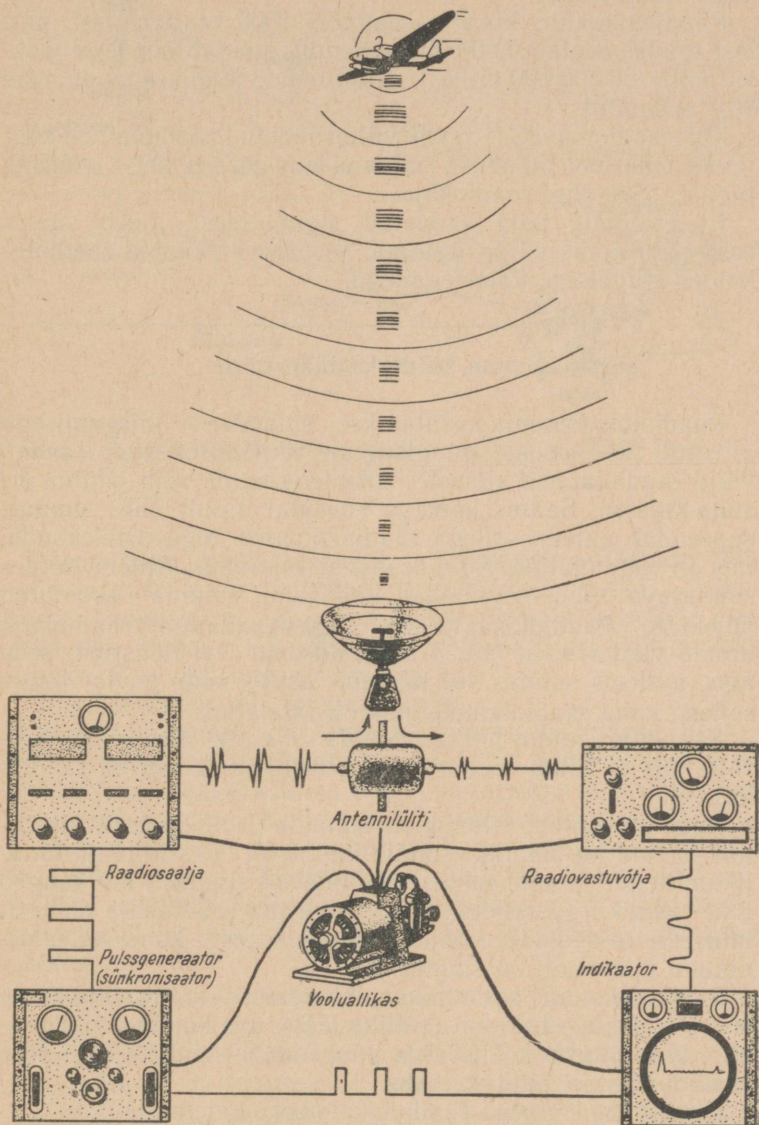
Sünkronisaator tekitab väga lühikesi elektrilisi pulse, mille vaheldussagedus on suur. See tähendab, et sünkronisaatori elektriline pinge kord ilmub, kord jälle kaob. Sünkronisaator annab sekundis sadasid pulse. Need on komandosignaaliid, mis juhivad kogu jaama tööd.

Kui selline pulss mõjutab saatjat, siis lülitub see momentsest sisse. Pulsi kestus kokku on vaid miljondikke osi sekundist, kuid selle aja jooksul jõuab saatja luua tuhandeid elektrilisi võnkeid, mis antakse edasi antennile ja seejärel kiiratakse raadiolainete lühikeste annuste näol ruumi.

Niipea kui sünkronisaatori pulss katkeb, lülitub saatja välja ja kiirgamine lakkab — tekib paus.

Pausid pulsside vahel on tavaliselt sada korda pikemad kui pulsid ise. Seepärast aeg, mille jooksul kiirgamist teos-

¹ Sünkronism — üheaegsus, ajaline ühtelangemine.



Raadiolokaatori töö skeem.

tatakse, moodustab raadiolokaatori töötamise ajast vaid väga väikese osa.

Raadiolokaator, kiirates sekundis 1000 raadiopulssi, millest igaüks kestab 0,000 001 sekundit, saadab ööpäeva jooksul välja 86 400 000 pulssi! Kuid nende kogukestus on vaid 86,4 sekundit!

Kui raadiolokaatori poolt väljasaadetud raadiolained kohuvad oma teel takistust, hajuvad nad ja osa neist pöörduv tagasi. See ongi raadiokaja.

Et eraldada kaja saadetud signaalidest, peab saatja vastuvõtu ajaks välja lülituma. Seepärast töötabki raadiolokaator tõugetega, vaheaegadega.

Suuna kindlaksmääramine

Raadiolokatsioonis kasutatakse suunatava kiirgamisega antenni. See, otsekui mingisugune raadioprožektor, saadab välja raadiolaineid kitsaste vihkudena, mida võib juhtida eri suundadesse. Saates korraka energiast ainult ühes suunas, suurendab antenn sellega raadiolokaatori tegevuspiirkonda, mis on väga oluline. Kuid peaasi seisab muus. Antenn, andes suunatava vihu, võimaldab määrata suunda avastatud objektile. Raadiolokaatorisse tagasisaabunud raadiokaja annab vaid aru, et lained kohtasid oma teel takistust, seda aga, millises suunas see takistus asub, võib teada saada sellest, kuhu raadiolainete vihk oli läkitatud.

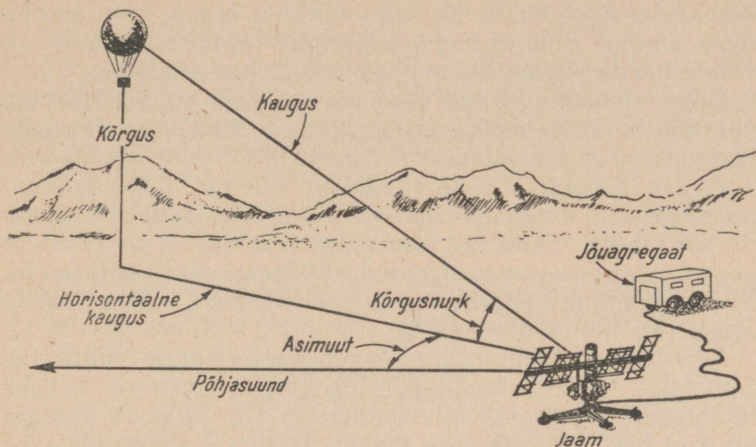
Kiirtevihu suund näitab suunda objektile. Kui vihk pöörata, siis ei kohta raadiolained objekti ja ei teki ka raadiokaja.

Raadiolokaatori antenn on suunatav mitte ainult kiirgamisel, vaid ka siis, kui sünnib vastuvõtt. Ta on kõige tundlikum nende lainete suhtes, mis tulevad suunast, mis langeb ühte tema kiirgusteljega. Kõige tugevam raadiokaja on alati tähiseks, et avastatud objekt asub just seal, kuhu reflektor-antenn momendil on suunatud.

Raadiolokaatori antenn koondab vastuvõetud raadiolainete energia. Ta tegutseb kui optiline lääts, mis koondab päikese-kiiri ühte punkti kokku. See võimendab raadiokaja ja teeb raadiolokaatori tundlikumaks.

Kuidas on ehitatud raadiolokatsiooni-antennid?

Kui kasutatakse väga lühikesi laineid, siis tehakse antenn sageli prožektorikujuline.



Raadiolokaator määrab täpselt kindlaks avastatud objekti asukoha.

Meenutame, kuidas on ehitatud tavaline prožektor. Võimas valguseallikas paigutatakse paraboolse peegli fookusesse. Valguskiired langevad peegli pinnale ja sellelt peegeldudes kogunevad kitsaks paralleelkiirtest koosnevaks vihuks. See vihk ongi prožektori kiir.

Raadiolokatsioonis toimub samuti.

Suure paraboolse reflektori fookusesse asetatakse vibraator — väike raadiolainete allikas, kuhu juhitakse saatjalt elektrilised võnked. Lained langevad reflektorile. Pärast peegeldumist kogunevad nad vihuks ja moodustavad raadiokiire.

Mida suuremad on antenni mõõted, võrreldes raadiolainete pikkusega, seda kitsam kiir saadakse. Seepärast kasutatakse raadiolokatsioonis väga lühikesi, vaid mõne sentimeetri pikkusi laineid. See võimaldab rakendada suhteliselt väikesi antenne.

Kitsaks vihuks koondatud raadiolained võimaldavad mitte ainult täpselt kindlaks määrata suunda märgile. Nad annavad ühtlasi võimaluse eraldada üht objekti teisest ka siis, kui need on teineteisest lahutatud väikese vahemaaga.

Kujutlege, et lennukid lendavad üksteise lähedal. Kui raadiolainete vihk on väga laim, siis haarab ta need lennukid korruga ja me saame tervelt lennukite grupilt üldise peegel-

dunud raadiosignaali. Kui aga vihk on kitsas, siis saame tema suunda muutes raadiokaja igalt lennukilt eraldi ja võime nende signaalide abil lennukeid ka loendada.

Kõige lihtsamalt saab kindlaks määrata suunda laevale või mõnele muule maapealsele objektile, teades ainult nurka horisontaalses tasapinnas — asimuuti.

Et tabada märki, peab raadiokiir liikuma. Ühes antenni pöördumisega «vaatab» raadiokiir üle järjestikku kõik punktid horisondil. Niipea kui raadiolained kohtavad peegelduvat objekti, signaliseerivad nad sellest kiiresti raadiokaja kujul. Siis võib antenni peatada ja erilisel ekraanil välja lugeda asimuudi, mis näitab suunda.

Keerukamalt toimub suuna kindlaksmääramine lennukeile. Siin tuleb lisaks asimuudile leida veel kõrgusnurk. Selleks tuleb peale «horisondi läbivaatamise» veel pidevalt pöörata antenni horisontaalse telje ümber, et saada «ülevaadet» ka ümbritsevast ruumist.

Pärast seda, kui on leitud kaugus lennukini ja kõrgusnurk, on kerge kindlaks määrata ka lennuki lennukõrgust.

Raadiokaja tagasipöördumine

Kuna raadiolokaator sooritab raadiosignaali saatmist ja vastuvõttu vaheldumisi, on vajalik antenni lülimine kord saatele, kord vastuvõtule.

Raadiolokaatori pulsse saadetakse üksteise järel uskumatu kiirusega. Niisama kiiresti tuleb ümber lülida ka antenn.

Milline seadis suudab sekundis teha mitusada või isegi mitu tuhat ümberlülitust?

Mehaaniline lüliti ei tule selle ülesandega toime. Seks otstarbeks kasutatakse elektronlülitit.

Selline antennilüliti töötab imetusväärselt täpselt ja korralikult.

Sel hetkel, kui lülitile mõjub saatja elektriline pulss, lülitub lokaatori vastuvõtuaparatuur elektriliselt antennist välja.

Kui pulss lõpeb, ühendab lüliti vastuvõtja uuesti antenniga. Raadiolokaator «vaikib» silmapilkselt ja ootab valvsalt tagasipöörduvat raadiokaja. Samal ajal töötab vastuvõtja ja saatja ootab oma järjekorda, et järgmisel momendil saata ümbritsevasse ruumi uut raadiopulssi.

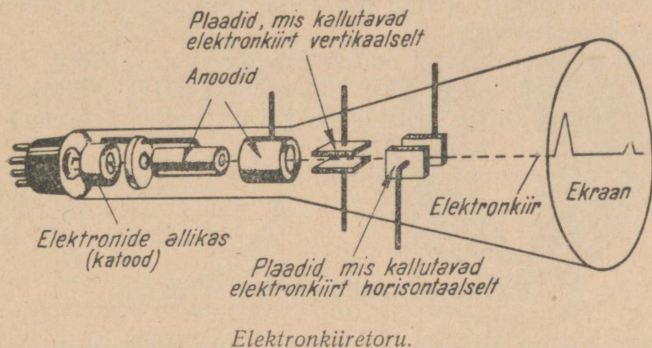
Raadiokaja signaalid saabuvad antennist vastuvõtjasse,

mis kujutab endast kogu seadise üht kõige keerukamat osa, kuigi ta on mõõdetelt väike.

Pegeldunud lained saavad tagasi uskumatult nõrgenevuna. Kuid raadiolokaator — hämmastamapanevalt valvas aparaat — märkab neid. Aparaaadi tundlikkus on erakordne. See ületab inimsilma tundlikkuse.

Vastuvõtja registreerib väga väikese võimsusega signaale. Nagu näitab akadeemik B. A. Vvedenski, on selleks küllaldane võimsus, mida arendab 0,75-grammine kaaluviht, las- kudes aastas ühe millimeetri võrra.

Vastuvõtja võimendab saavad signaalid mitmekordselt ja allutab nad keerukale elektrilisele «ümbertöötlusele».



Seejärel satuvad nad indikaatorile, milleks on elektronkiiretoru. See on raadiolokatsioonijaama «elektronkell». Selle abil võib mõõta ebatavaliselt lühikesi ajavahemikke pulsi saatmise momendi ja raadiokaja saabumise momendi vahel ning nende põhjal üllatavalt suure täpsusega kindlaks määrata kaugust avastatud objektini.

Elektronkiiretoru on erakordselt täiuslik elektriline seadis. Selle tähelepanuväärse mehhanismi arenemise ajaloos kuulub väljapaistev koht nõukogude teadlasele akadeemik L. I. Mandelštamile.

Toru põhilised osad on suletud lehtrikujulisse kinnijoodetud klaasballooni. Õhk on sealt välja pumbatud. Ballooni lai põhi on ekraaniks. Ekraanil me saamegi, nagu imepeeglis, peegelduse sellest, mida avastas raadiolokaator.

Toru peenes otsas asetseb metallniit, mis nagu tavalistes raadiolampideski pannakse hõõguma elektrivoolu toimel.

Niit on vabalt liikuvate elektronide allikaks, mis väljuvad tema pinnalt ja sööstavad hiigelkiirusega toru laiema osa — ekraani — poole.

Lendavaid elektrone mõjutab seadis, mis koondab nad kokku kitsaks vihuks. See abinõu mõjub elektronidele nagu lääts valguskiirtele, koondades neid ekraanil ühte punkti.

Elektronid, lennates tohutu kiirusega, tabavad ekraani. Seal kohal, kuhu langeb elektronide nähtamatu vihk, hakkab helendama seestpoolt vääveltsingi kihiga kaetud ekraan. Temal süttib rohekas täpik. Ekraani katmiseks kasutatakse ka teisi aineid, mis helendavad teistes värvustes.

Kui elektronkiirt kohalt nihutada, siis nihkub ka helendav täpik koos temaga.

Elektronid kujutavad endist üliväikesi negatiivse elektri-laenguga aineosakesi. Nad võivad reageerida ebatavaliselt lühikestele ja kiiresti üksteisele järgnevatele elektrilistele pulssidele.

Sellel põhinevadki elektronkiiretoru suurepärased omadused.

Raadiosignaali jälged ekraanil

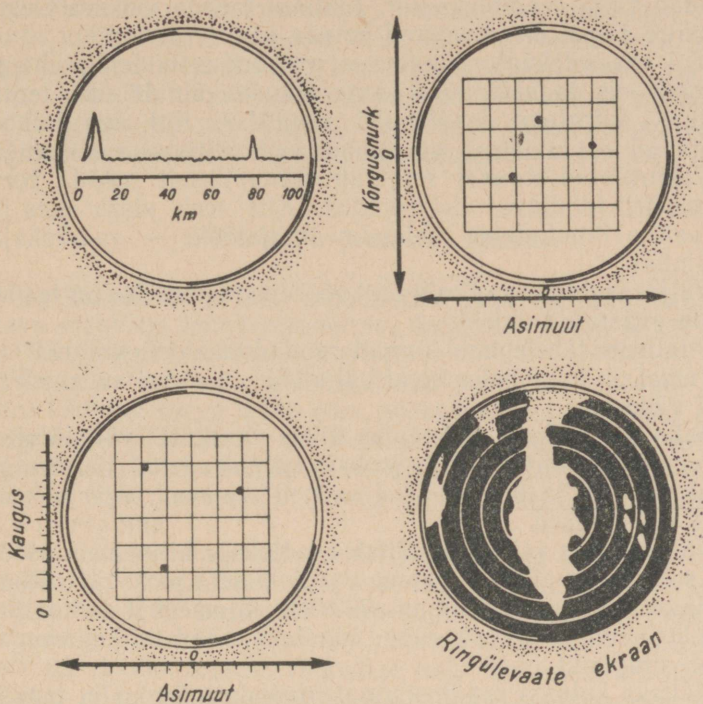
Elektronkiirt juhivad torus kaks paari elektriliselt laetud plaate. Neile plaatidele, mis juhivad elektronkiire liikumist horisontaalselt, antakse kiiresti vahelduv elektriline pinge. See nihutab elektronkiirt ja valgustäpik jookseb edasi-tagasi mööda ekraani diameetrit.

Täpik liigub kindla kiirusega. On täpselt teada, mis aja jooksul ta läbib terve teekonna vasakult paremale. Kui see teekond jagada ühesuurusteks osadeks, on võimalik mõõta aega.

Elektronkiire vertikaalse liigutamise tegeleb teine plaadipaar. Sellele juhitakse pinge raadiosignaali, mis on vastu võetud ja võimendatud raadiovastuvõtjas. Mida suurem on vastuvõetud signaali tugevus, seda kõrgemale kaldub ekraanil valgustäpp.

Elektronkiiretoru töö on rangelt kooskõlastatud raadiolokaatori teiste osade tööga.

Kui raadiolokaator alustab raadiolainete kiirgamist, annab sünkronisaator elektrilise signaali, mis lülib sisse toru, ja ekraanil süttib täpik, sest kuigi vastuvõtja on sel ajal anten-



Elektronkiire-indikaatorite tüüpe.

nist eraldatud, mõjutab tema läheduses asuva raadiosaatejaama võimas pulss siiski ka teda.

Vastuvõtja saadab elektrilise signaali toru plaadipaarile, mis kergitab elektroniikiirt. Valgustäpp hüppab järsult üles ja ekraani algusesse ilmub terav helendav väljalöök. See on kiiratava pulsi «kujutis» ja teade sellest, et kogumik raadiolaineid on saadetud ruumi.

Pärast niisugust hüpet üles liigub elektroniikiir kiiresti mööda ekraani diameetrit. Jõudes parempoolse servani, pöörduv ta momentselt tagasi. Tagasisaabumise hetkel saadab raadiolokaator välja järjekordse annuse raadiolaineid. Ekraani alguses teeb täprike uuesti hüppe üles ja kihutab siis paremale.

See kordub sekundis nii mitu korda, mitu raadiopulssi

saadab välja raadiolokaator. Ekraani mööda jooksva elektronkiire jäljed moodustavad heleda joone.

Kui raadiolokaatori tegevuse piirkonnas ei leidu ühtegi objekti, siis on helenduva joone alguses ainult üks terav hüpe — kiiritava raadiopulsi «kujutis». Kui aga lained kohtavad teel takistust, siis saabub vastuvõtjasse raadiokaja.

Vastuvõetud signaal mõjutab silmapilkselt mööda toru diameetrit kihutavat elektronkiirt. Kiir teeb viske üles ja ekraanile ilmub teine helendav väljalöök — raadiokaja «kujutis».

Väljasaadetud raadiosignaal pöördus tagasi. See on teade, et on avastatud objekt.

Vaatleme tähepanelikumalt raadiolokaatori ekraani.

Temal on kaks helendavat väljalööki: vasakul suur, paremal väiksem.

Selle aja jooksul, kui täpik liikus vasakust väljalöögist parempoolse väljalööginini, jooksis väljasaadetud raadiosignaal märgini ja tagasi. Teed on neil erinevad, aga jooksuajad ühesugused.

Väljalöökidest vahemaa näitab raadiokaja hilinemist. Mõõtes selle lõigu pikkust, saame raadiolainete jooksuaja. Raadiolaine liikumise kiirus on 300 000 kilomeetrit sekundis. Teades aega ja kiirust, võime kindlaks määrata, kui kaugel asub sihtpunkt.

Näiteks kulutas raadiosignaal matkale märgini ja tagasi ühe viietuhandiku sekundist. Tähendab, edasi-tagasi läbitud tee on 60 km ja vahemaa märgini kaks korda lühem, s. t. 30 km.

Helendava joone alla ekraanile paigutatakse jaotusega skaala. Sellelt saab kohe lugeda kaugust.

Kui raadiolainete vihk kohtab mitut objekti, siis igaüks neist saadab oma raadiokaja, ja ekraanil süttib mitu helendavat väljalööki.

Aitab ühest pilgust ekraanile ja kõik on selge: mitu objekti avastas raadiolokaator ja milline on kaugus iga objektini.

Kui objekt liigub, siis liigub kauguse muutuse tagajärjel ka väljalöök ekraanil. Jälgides ekraani on kerge mõista, kuhu ja millise kiirusega objekt liigub.

Raadiolokaatori abil õnnestub avastada objekte, mis on peidetud öisesse pimedusse või uttu ja mis asuvad eemal kümneid ja sadu kilomeetreid. Raadiolokaator mõõdab kaugust 10-meetrise täpsusega ja märgib suunda kuni kraadi sajandiku osa täpsusega.

Mõnedel raadiolokatsiooni-jaamadel on mitte üks, vaid mitu indikaatorit. Lihtsaim neist on elektronkiiretoru kauguste mõõtmiseks. Kuid on ka indikaatoreid niisuguse ekraaniga, kus võib näha üheaegselt kaugust ja asimuuti, asimuuti ja kõrgusnurka või kõrgust. Aga kõige täiuslikumad neist näitavad avastatud objekte nagu plaanil.

Elektronkiir joonistab kaardi

Raadiolokaator, mis moodustab oma ekraanil vaadeldava maakoha kaarti meenutava kujutise, töötab teisiti kui harilik kaugusi mõõtev lokaator.

Tema antenn, mis on paigutatud lennukile, laevale või üles tõstetud kõrge masti otsa, pöörleb jaama töötamise ajal vahetpidamatult ümber vertikaalse telje, tehes minutis mõnikümmend pööret. Samasuguse kiirusega pöörleb ka raadiolainete vihk, joostes läbi jaama ümber asetseva maismaa- või merepinna.

Raadiolained hajuvad esemeilt, mida nad kohtavad oma teekonnal, ja osa neist pöörduv tagasi raadiolokaatorisse.

Raadiolainete hajumine mitmesuguseilt esemeilt sünnib erinevalt: ühtedelt tugevamini, teistelt nõrgemini. Tänu sellele on raadiolokaator võimeline neid üksteisest eraldama. Kõike, mida tal õnnestub haarata ümber jaama, joonistab ta nagu kummaline kunstnik-kartograaf elektronkiirega ekraanile.

Oma teekonda alustab elektronkiir mitte ekraani servalt, vaid ta keskpunktist.

Niipea kui raadiolokaator saadab välja raadiolainete pulsi, jookseb helendav kiir lokaatori ekraanil ekraani keskpunktist raadiust mööda ekraani servani. Lühikesel ajavahe- mikul kahe tõuke vahel jõuab ta joosta servani ja pöörduv siis silmapilkselt tagasi keskpunkti.

Just samal silmapilgul saadab raadiolokaator välja uue kogumiku raadiolaineid ja uuesti ruttab elektronkiir ekraani keskpunktist serva poole. Nüüd pole tema rada enam endine: ta on vaevaltmärgatavalt kõrvale nihutatud. See on juba teine raadius.

Nõnda mõõdab elektronkiir raadiusi üksteise järel ekraanile. Ta ei jäta vahesid, vaid asetab raadiused tihedalt üksteise kõrvale. Mistahes raadiuse suund ekraanil vastab rangelt antenni suunale, s. t. vastab ka maakoha kindlaksää-

ratud piirkonnale, mida sel momendil kiiratakse raadiolainete vihuga. Millise nurga all antenn ka ei pöörduks, sama nurga all nihkub ka raadius. Antenni iga täispöörde jooksul läbib ta kogu ekraani.

Sel ajal kui elektronkiir jookseb mööda ekraani, pöörduvad maapinnalt tagasi raadiokaja signaalid, mis mõjutavad elektronkiirt. Nõrga raadiosignaali mõjul nõrgeneb kiir ja ekraanil helendav jäljend nõrgeneb samuti. Tugeva signaali mõjul muutub kiir võimsamaks ja tema jäljend ekraanil on heledam. Toru ekraani raadiust mööda jooksev täpik süttib kord tugevamini, kord nõrgemini, kord aga kaob päriselt.

Kuna iga raadius vastab kitsale alale maakohast, mis on üle kantud ekraanile, siis reprodutseerib elektronkiir neid raadiusi üksteise järel joonistades kõike, mida raadiolokaator «näeb». Ekraanile tekib heledate täpikete süsteem, mis on ranges vastavuses vaadeldava maakohaga. Mida ligemal on ese, mis raadiolainete peegeldusi annab, seda kiiremini pöörduvad raadiolained tagasi, s. t. seda ligemal keskpunktile asub peegelduva eseme kujutis.

Iga antenni pöördega jõuavad elektronid kanda ekraanile raadiolokaatorit ümbritseva ümbruse kujutise. Heledad täpikesed ei jõua veel kustuda, kui juba süttivad ekraanil uued kujutised. Silm näeb ekraanil vilkumatut heledat panooraami, mis meenutab röntgeniülesvõtet.

Ekraanil nähtav ei sarnane sellega, mida jaama ümber võib silmaga tähele panna. Kuid ekraanil on näha lahtede ja saarte, järvede ja mägede, jõgede ja linnade piirjooni. Võib eraldada merel sõitvate laevade valgeid täpikesi, musti jõgede-madusid, mis on läbi kriipsutatud sildade valgete joontega, asulate ja isegi üksikute suurte ehituste kontuure. Seda kõike on näha igal ajal, päeval ja öösel, igasuguse ilmaga, läbi pilvede, udu või suitsukatte.

Ringülevaate raadiolokaatorit võib kasutada mitmesugustel eesmärkidel. See on raadiolokatsiooni üks tähelepanuväärseimaist saavutustest.

Tehnika suur võit

Möödunud sõjas kasutati raadiolokatsiooni laialdaselt kaitsevahendina ja pealetungirelvana. Ta aitas tagasi tõrjuda õhurünnakuid, uputada vaenlase laevu ja allveelaevu, läbi viia vaenlase objektide täpset tulistamist.

Sõja lõppemisega ei kaotanud aga raadiolokatsioon oma tähtsust. Muinasjutuline kaugnägemine, mis on inimese käsutuses, kui ta evib raadiolokaatorit, on hindamatu. Eriti suur tähtsus on sel navigatsioonil — lennukite ja laevade juhtimisel.

Laev, millel on raadiolokaator, avastab õigel ajal kaljusid, karisid ja jäämägesid, mis on nähtamatud pimeduses ja udus; igasuguse ilmaga on ta suuteline läbima kitsaid väinu ja leidma teed sadamasse.

Raadiolokatsioon võimaldab lennukeil ööpäeva jooksul igal kellaajal kindlalt lennata ja nähtavuse puudumisel teostada hädaohutuid maandumisi. Öö ja udu pole lendurile ja laevakaptenile enam kardetavad, kui neil on silme ees raadiolokaatori ekraan.

Raadiolokatsioon ei kindlusta mitte ainult mere- ja õhu-liikluse ohutust, vaid leiab iga päevaga ikka uusi ja uusi kasutusalasid.

Meteoroloogid uurivad raadiolokatsiooni abil õhuvoolusid. Tuul on aga ilmastiku tiibadeks. Tuule vaatlus aitab ennustada ilmamuutusi.

Vihmapiiskadest peegeldunud raadiosignaaliid võimaldavad mitmete kümnete ja sageli mitmete sadade kilomeetrite tagant avastada vihma ja kindlaks määrata, millise kiirusega ta liigub vaatluskoha poole.

Astronoomidel aitab raadiolokatsioon jälgida meteore ja meteoriite, mis satuvad maa atmosfääri. Need tähelepanekud ei rikasta mitte üksnes astronoomiat, nad laiendavad ka meie teadmisi atmosfääri kõige kõrgemate kihtide kohta, millest on huvitatud radistid, lendurid ja suurtükiväelased.

Raadiolokatsioon läks esimesena tehnika kõigist teistest aladest välja maakera piiridest, läks ilmaruumi. Juba 1943. aastal viisid nõukogude õpetlased Mandelštam ja Papaleksi läbi üksikasjalised arvutused, mis näitasid, et Kuu raadiolokeerimine on täiesti võimalik. Sellelt Maale kõige ligemalt taevakehelt peegeldunud raadiolainete vastuvõtt võimaldaks suure täpsusega mõõta kaugust Kuuni. Varsti osutuksidki meie õpetlaste arvutused hiilgavalt tõestatuks. Raadiokaja Kuult võeti vastu 1946. aastal. Ühendus teiste maailmadega pole tänapäeval enam fantaasia, vaid elluviidav fakt.

Vallutades ultralühilainete ala, lõpetas raadiotehnika teatud tsükli oma arenemistees «piksemärkijast kuni raadiolokaatorini». Ta pöördus uuesti nende lainete juurde, millis-

tega tegeles A. S. Popov oma esimestel raadioülekannetel, kuid juba uuel, täiustatud baasil. See tõestab veel kord tehnika dialektilise arenemise seadust. Uus tehniline baas võimaldas leida raadio uue kasutusala.

Suure vene füüsiku Popovi leiutis seisab nüüd meie ees raadiolokatsiooni imetlusväärsete saavutuste hiilguses. See on noorim tehnikaharu. Kuid tema edusamme võib juba nüüd kõrvutada meie aja kõige silmapaistvamate tehnikavõitudega.

Raadio looja väärilised järglased, nõukogude teadlased, on andnud hindamatuid panuseid raadiolokatsiooni arengusse. Akadeemikud Mandelštam, Papaleksi, Vvedenski ja Berg oma arvuka õpilasperega ja abilistega püstitasid endale raadiotehnika alal kõige raskemad probleemid ja on need ka edukalt lahendanud. See arendas raadiolokatsiooni kõrvalekaldumatult edasi ja viis ta saavutusteni, millele nõukogude teadus on õigustatult uhke.

RAADIOTEHNIKA SIDE TEENISTUSES

Insener F. Tšestnov

Meie kodumaa on suurim maa maailmas. Tuhandete kilomeetrite ulatuses laiub ta läänest itta ja põhjast lõunasse.

Sotsialistliku riigi laialdased avarused on ühendatud üheks tervikuks side lugematute niitidega. Side — see on nagu riigi närvisüsteem.

Kõige kiiremaks sideliigiks on elektriline side: telegraaf, telefon, raadio. Traatside ja raadio täiendavad teineteist. Nad moodustavad meie maa ühtse elektrilise side süsteemi.

Raadioside mängib selles süsteemis väga tähtsat osa. Kõige kaugemal asuvad linnad ja asulad on omavahel ühendatud nähtamatute raadioside-liinidega. Raadiotelegraafi ja raadiotelefoni teel antakse edasi valitsuse korraldusi, ettekandeid, teateid, aruandeid, erateateid. Üleantavate radiogrammide arvult on meie maal esikoht maailmas.

Raadiosidet kasutatakse laialdaselt ka suhtlemises teiste riikidega. Peaaegu kogu NSV Liidu rahvusvaheline side toimub raadio kaudu.

Raadiotelefoni kõrval kasutavad sidetöötajad laialdaselt ka raadiotelegraafi.

Lülides raadiovastuvõtja lühilainele, kuulete sageli laulvat kiirkõnet.

— Ta-ta-ta-ta-ta, ta-ta-ta-ta.

See on raadiotelegraafi signaal.

Telegraafitähestik — see on sidetöötajate leppeline keel. Ta koosneb punktide ja kriipsude ühendeist. Igale tähele vastab nende märkide isesugune kombinatsioon.

Telegrammi edasiandmiseks raadio teel kasutab radist telegraafivõtit. Vajutades selle alla, saadab ta eetrissse lühikesi ja pikki signaale.

Kvalifitseeritud radist suudab tunnis üle anda ligi 1000 viiemärgilist sõna. See vastab ligikaudu 25 telegrammile.

Kuidas aga toimida siis, kui telegrammid saabuvad üleandmisele katkematu vooluna, kui teadete hulk kogu aeg kasvab?

Telegrammid ei või oodata — need peab edasi andma kiiresti. Seepärast tuleb üles seada erilisi aparatuure, mis töötavad automaatselt. Need aparatuurid annavad edasi telegramme nii kiiresti, et ükski radist ei suudaks nendega sammu pidada.

Automaatne raadiotelegraaf

Telegrammide automaatseks üleandmiseks telegraafitähsetiku abil tuleb telegrammide tekst algul kanda augukeste kujul kitsale paberist lindile.

Lindile lüüakse 3 rida väikesi ümmargusi augukesti. Keskmise rea augud on veaukudeks, nad on määratud lindi edasitõmbamiseks. Ka tähistavad nad vahemikke tähtede ja sõnade vahel.

Kahe äärmise rea augud annavad edasi telegraafitähsetiku märke.

Iga märk on tähistatud kahe auguga. Kui augud asuvad teineteise all kohakuti, siis tähendavad nad punkti, kui nad aga on kallakuti, siis tähistavad nad kriipsu. Kahe augukesterea abil on võimalik «kirjutada» lindile mistahes teadet.

«Kirjutamiseks» kasutatakse perforaatorit. Väliselt on see väga sarnane kirjutusmasinaga. Igal tähel ja numbril on vastav sõrmis (klahv). Löögiga sõrmisele tehakse lindile korruga kõik augukesed, mis vastavad antud tähele.

Läbi perforaatori lastud lint läheb üleandmiseks transmitterisse (ladinakeelsest sõnast «transmissio» — üleandmine), mis käitatakse väikese elektrimootori abil.

Lint läbib transmitteri suure kiirusega ja juhib tema tööd. Transmitteris satuvad lindi aukudesse erilised transmitteri nõelakesed, mis loovad vajaliku elektriahela-ühenduse. Selle tagajärjel saadab jaam kiiresti üksteisele järgnevaid elektrilisi signaale.

Transmitter suudab minutis üle anda 300—400 ja isegi rohkem sõna. Nii kiiret üleandmist on võimatu vastu võtta kuulmise järele, nagu see sünnib tavalise raadiotelegraafi puhul. See märgitakse automaatselt üles kirjutusaparaadi — ondulaatori abil.

Võttes vastu raadiotelegraafi-signaale, mõjutab vastuvõtja

ondulaatorit. Ondulaatoril on kerge, liikuv poolike, mis asetseb tugeva elektrimagneti magnetväljas. Vastuvõetud signaalide mõjul muutub elektrivoolu suund poolikeses pidevalt, vastavalt signaalile. Selle tagajärjel nihkub vastav hoob kohalt üles ja alla ning liigutab temaga ühenduses olevat sulge. Sulest aga möödub paberilint, mida veab elektrimootor erilise mehhanismi abil. Sellele lindile kirjutab ondulaator vastuvõetud signaalid üles katkematu siksakjoonena. Joone ülemine osa koosneb pikkadest ja lühikestest joonekestest. Pikk jooneke tähistab kriipsu, lühike — punkti. Neist punktidest ja kriipsudest koostatakse vastuvõetud telegrammi tekst.

Automaatne raadioülekanne on tavalisest keerukam, kuid see keerukus tasub end heldelt seal, kus on üle anda väga palju telegramme. Kui radist suudab võtme abil käsitsi üle anda ühe telegrammi 2 minutiga, siis annab automaatne raadiotelegraaf sama aja jooksul üle ligi 15 sellist telegrammi.

Tähtede trükkimine raadio teel

Telegrammide üleandmisel tavalise telegraafitähestiku abil, isegi automaatselt, on palju ebamugavusi, sest telegrammi sisu tuleb algul tingimata «tõlkida» punktide ja kriipsude tingkeelde, ning kui teade on vastu võetud, tuleb ta uuesti dešifreerida ja kirjutada ümber kirjutusmasinal. Kõik see võtab palju aega ja peab kinni telegrammi kätetoimetamist.

Kerkib küsimus: kas ei oleks võimalik teostada siin lihtsustamist, kas ei oleks võimalik radiogrammi kohe üle anda trükitud tähtedes?

Traatsidetechnikas on juba ammu kasutusel aparaat telegraafiteadete täheliseks ülekandmiseks. Võiks arvata, et sellise aparaadi võib üles seada ka raadiotelegraafi-jaamades. Kuid nii lihtsalt ei olnud see ülesanne lahendatav.

Raadio teel edasiantavad elektrilised signaalid, eriti lühilaineil, on väga ebapüsivad. Nad kord tugevnevad, kord nõrgenevad, kord aga kaovad täiesti. Selline raadiosignaalide hääbumine on tingitud raadiolainete peegeldumisest atmosfääri ülemistest (ioniseeritud) kihtidest.

Kuid see pole veel kõik. Suurt kahju raadioülekandele tekitavad igasugused häired: näiteks äikese lahendused, mis võetakse vastu raadiosignaalidena. Selle tagajärjel trüki-

takse sageli telegraafilindile mitte ainult need tähed, mis üle antakse, vaid ka äikese poolt «saadetud», ja teada-andesse satuvad moonutused.

Et vähendada moonutuste tekkimise võimalusi, tuli aparaatidele lisandada spetsiaalseid seadiseid ja muuta telegrafeerimise tavalist korda.

Nõukogude insenerid hakkasid kasutama väga huvitavat menetlust. Iga tähe üleandmist korratakse sekundi murdosa jooksul mitu korda. Kuid see täht trükitakse paberile alles pärast seda, kui on üle antud kõik kordamised. Ja kui ainult üks kordki suudetakse vastu võtta kõik raadiosignaali, mis tähistavad tähte, siis trükitakse täht õigesti. See viis vähendab raadiotelegrafeerimisel võimalikkude moonutuste arvu. Kõrvuti sellega kasutatakse võitluses moonutustega ka teisi menetlusi, mis aitavad vastuvõtmata jäänud või moonutatud märkide protsenti märkimisväärselt alandada. Nõnda kohandati tähtitrükkiva aparaat ka raadio tarbeks.

Sel juhul ei kasutata enam telegraafitähestikku. Täht antakse edasi erilise viiemärgilise koodi abil. Tänu sellele kulutatakse telegrammide üleandmiseks vähem aega.

Telegrammide saatmine ja vastuvõtmine muutub palju lihtsamaks: pole enam vaja linti perforaatoril läbi lüüa ega vastuvõetud teadaandeid ümber kirjutada kirjutusmasinal. Telegramm trükitakse automaatselt lindile juba tähtedes.

1938. aastal konstrueerisid nõukogude insenerid-side-töötajad tähtitrükkiva aparaadi, mis on raadiosides väga laialdaselt kasutusel. See on tõeline telegraafiline «kombain», mis üheaegselt annab üle ja võtab vastu mitu telegrammi.

Tänu sellele, et tavaliste elektromagnetiliste releede asemel kasutatakse selles aparaadis inertsivabu elektronreleesid, suudab see aparaat töötada väga suure kiirusega, võimaldades üle anda ja samal ajal ka vastu võtta kuni 20 000 sõna tunnis. Selle sidetehnika «kombaini» konstruktoreid A. D. Ignatjev, L. P. Gurinit ja G. P. Kozlovi autasustati Stalini preemiaga.

Rohkem kui tuhat sõna minutis

1939. aastal töötasid nõukogude insenerid D. D. Bõkov ja I. A. Tsõplenkov välja täiesti uuelaadse aparaadi raadiotelegrammide ülekandmiseks — fototransmitteri. Peaosa

selles seadises etendab valguskiir. Seepärast läks ka tema nimetusse sõna «foto», mis tähendab valgust.

Et telegrammi üle anda, tuleb selle sisu tõlkida elektriliste signaalide keelde. Selleks on fototransmitterisse paigutatud fotorakk.

Teate sisu kantakse kõigepealt paberlindile lühikeste ja pikkade joonte kujul, mis tähistavad punkte ja kriipse. Ettevalmistatud lint, mis on keritud kettale, rullub kiiresti lahti, kui aparaat lülitatakse ülekandmiseks. Lindile suunatakse läätse abil teravaks täpiks koondatud valguskiir.

Lint rullub lahti ning mööda lühikestest ja pikkadest joontest koosnevat kitsast teed jookseb valgustäpik. Ta langeb kord valgele paberile märkide vahel — ja siis valgus peegeldub, kord jälle mustale märgile — siis valgus neeldub. Selle kõige tulemusena vilgub peegeldunud valguskiir kiiresti.

Selle vilkumise püüab kinni fotorakk. Ta reageerib temale langeva peegeldunud valguse tugevuse muutumisele ja tekitab omakorda pikki ja lühikesi elektrivoolu pulse.

Fotorakult satuvad voolu võnkumised lamp-võimendajasse võimendamiseks, sealt saatjasse ja lõpuks eetrisse.

Uues raadiotelegraafi-aparaadis asendasid valgus ja elekter põhilised mehaanilised osad. Aga mis võib olla veel kiirem elektri tegevusest! Seepärast ei suudagi ükski muu seadis ülekande kiiruse alal võistelda fototransmitteriga. Viimane võimaldab üle kanda rohkem kui tuhat sõna minutis.

Katsetage kord lugeda raamatut nii kiiresti kui võimalik — teie ei loe minuti jooksul rohkem kui lehekülj. Kuid fototransmitter annab selle aja jooksul edasi kolme lehekülje sisu ja tunni jooksul terve raamatu, mille teksti maht on 180 lk.

Nõukogude raadiotehnika on võitnud juba ammu endale esimese koha maailmas ja meie radistid hoiavad seda kindlalt endi käes. Nõukogude raadiotelegraafi-jaamad töötavad välismaistest jaamadest palju kiiremini.

Fotode ülekandmine raadio teel

Meie suurtes linnades ripuvad telegraafikontorites lühikesed teadaanded: «Fototelegrammide vastuvõtt». Siia võib ära anda foto, käsikirjalise või trükitud dokumendi,

joonestuse või joonise, ja need saadetakse nagu telegrammidki traadi või raadio teel teise linna. Adressaadile väljastatakse saadetud kujutise täpne koopia.

Kujutise ülekandmine algab tema muutmisega elektrilisteks signaalideks. Sellise muundaja osa täidab fotorakk.

Valvetechnik võtab ülekandeks ettevalmistatud fototelegrammi ja, asetanud selle ümber liikuva trumli, lülib sisse väikese elektrimootori. Trummel hakkab oma telje ümber pöörlema. Trumli teljega paralleelselt liigub aeglaselt väike suport. Viimase külge on kinnitatud optiliste läätsede süsteem, mis suunab fototelegrammi blanketile heleda ja seejuures väga peenikese valguskiire, mis valgustab pinda diameetriga 0,2 mm.

Trumli ühe täispöörde jooksul läbib valgustäpik pöiki kogu fototelegrammi. Sama aja vältel, tänu suporti liikumisele, nihkub kiir 0,2 mm võrra piki trumli telge edasi. Sellest olenevalt ei jookse täpik järgmise pöörde ajal mitte oma vana teerada mööda, vaid uus jooksurada kulgeb kõrvuti eelmisega. Seega liigub täpik trumlit mööda kruvijoont pidi. Nõnda valgustab valguskiir punkt punkti järel kogu kujutist. Sõltuvalt sellest, millisele kujutise osale — tumedale või heledale — kiir langeb, muutub ka peegeldunud valgus, mis, langedes fotorakule, muudab selle ahelas voolu vastavalt pildipunktide heledusele.

Tuhandekordselt võimendatud elektriline võnkumine antakse edasi raadiosaatjasse ja saatejaam muudab täpselt samas järjekorras kiirgavate raadiosignaalide jõudu, mis lõpuks saabuvad vastuvõtupunkti. Nende nähtamatute signaalide abil koostatakse siin originaaliga täpselt sarnane kujutis, mis oli kantud üleantava fototelegrammi plangile. Selleks on vastuvõtuaparaadi trumlile kinnitatud puhas leht valgustundlikku paberit, selle ette aga on suportile paigutatud huumlambike.

Lambike suunab paberile terava valguskiire ja moodustab seal valgustäpikese. See täpik joonistabki vastuvõetava kujutise.

Tänu trumli ja suporti liikumisele jookseb see täpik mööda paberit kruvijoont pidi täpselt samas korras, nagu see toimub kujutist ülekandvas aparatis. Kuna lambikese helkimine on allutatud vastuvõetavate raadiosignaalide mõjutusele, siis vilgub tema kiir kiiresti, koos kiirega aga muudab oma heledust ka valgustäpik, kutsudes välja

paberi valgustundliku kihi suurema või vähema tumenemise.

Nõnda kantakse varjatud kujutis punkt punkti järel, rida rea järel fotopaberile. Ülekande lõpul ilmutatakse see nagu tavaline ülesvõte. Valgustundlik paber muutub fototelegrammi koopiaks.

Sellest hoolimata et igal momendil kantakse üle vaid üks kujutise punkti, töötavad aparaadid nii kiiresti, et 15 minuti jooksul suudetakse üle kanda kirjutuspaberilehe suurune fototelegramm.

Raadio ja traatside

Meie maa kõikidest äärtest, ühest linnast teise kulgevad traatsideliinid. Neid mööda jooksevad telefonikõned, antakse üle telegramme. Võib tunduda, et see elektriside kõige vanem liik ei ole millegi poolest seotud raadioga. Kuid see pole kaugeltki nõnda. Raadiotehnika muutis põhjalikult kogu traat-kaugside süsteemi. Veel enam, ainult tänu raadiotehnika saavutustele sai võimalikuks traatside suurte kauguste taha.

Selgub, et mida kaugemale tuleb telefonikõne edasi anda, seda raskem on seda teostada. Pikk liin tekitab kõnevooludele nende teekonnal suurt takistust. Lisaks tekib ka palju kõrvalteid kõnevoolude ärajooksuks. Teekonnal ühest telefonist teise võivad elektrilised võnkumised nõrgeneda niivõrd, et kõnet pole võimalik kuulda.

Algul üritasid sidetöötajad tõsta kõnede kaugust selle abil, et riputasid raudtraatide asemel üles vasktraadid ja suurendasid nende läbimõõtu. Vaskjuhtmeid mööda, mille läbimõõt on 4 mm, võis kõnelda kuni 500 km kauguseni. Kaugemal polnud enam võimalik kõnest aru saada.

Kuid telefoniside arenes kiiresti. Hädavajalik oli kindlustada kõned linnade vahel, mis olid üksteisest tuhandeid kilomeetreid eemal. Traatside-insenerid seisid suurte raskuste ees. Ülesanne lahendati raadiotehnika abil.

Kui ilmus võimendav raadiolamp, võimaldus ehitada võimendajat kõnevooludele. Selle teostas 1915. a. esimesena meie õpetlane V. I. Kovalenkov, ennetades oma töödega tunduvalt välismaisi teadlasi. Niisuguse võimendaja abil võib telefoni teel kõnelda väga suurtele kaugustele.

Pikk telefoniliin on jaotatud osadeks ja iga osa vahele

paigutatakse raadiolampidega võimendaja. Läbides liini esimese osa, satuvad telefonikõne nõrgenenud voolud võimendajasse. Siin võimendatakse nad ja suunatakse edasi mööda juhtmeid järgmise võimendajani. Seal võimendatakse nad uuesti ja teekond jätkub. Nii ühest võimenduspunktist teise suundudes läbivad kõnevoolud mitme tuhande kilomeetrilise vahemaa, kuni nad liini teise otsa saabudes panevad telefoni membraani võnkuma.

Esimene raadiolampidega võimendaja rakendati meil 1922. aastal Moskva—Petrogradi (nüüd Leningradi) liinil. Sest ajast alates on ehitatud rohkesti linnadevahelisi liine. Võimendajate abil peetakse neid liine mööda kõnesid ja antakse üle telegramme mitmete tuhandete kilomeetrite kaugusele.

Mitu kõnet ühel liinil

Niipea kui linnad olid omavahel ühendatud sideliinidega, kerkis sidetöötajate ette uus ülesanne — nad vaevalt suutsid rahuldada nõudmisi kaugekõnedele. Seni kui kaks abonenti omavahel kõnelesid, olid juhtmed hõivatud ja teistel tuli oodata. See oli aga ebamugav. Siis seati ühe juhtmepaari asemel üles kaks, kolm, neli paari juhtmeid. Nii võisid kahe abonendi asemel üheaegselt kõnelda juba neli, kuus ja kaheksa inimest.

Kuid tellimiste arv kõnedele järjest suurenes ja suurenes, iga lisajuhtmepaari ülesseadmine aga maksab palju ja nõuab rohkesti metalli.

Aga kas ei võiks üht ja sama juhtmepaari mööda pidada korraga mitut kõnet?

Traatside-spetsialistidele meenus uuesti raadio. Üheaegselt töötab mitu raadiojaama ja nad ei sega üksteist. Mina võin häälestada oma vastuvõtja Moskva raadiojaama lainele ja kuulata reportaaži jalgpallivõistlusest, minu naaber aga võib samal ajal nautida kontserti Leningradist.

Raadio põhimõtete kasutamine traatsides andis suurepäraseid tulemusi.

Nõukogude insenerid töötasid välja aparatuuri, mis võimaldab ühel liinil pidada korraga mitu kõnet.

Tavaliselt satub telefonikõne juures vool mikrofonist otse liini, uues aparatuuris ei sünni see aga nii. Kõne ülekandjaks on siin kõrgsageduslik vool. Ta tekitatakse raadio-

lampide abil spetsiaalses telefonijaama ülesseatud generaatoris.

Kõne ajal muudab mikrofoniga tekitatud vool kõrgsagedusvoolu amplituudi ja surub talle peale edasiantava kõne «jäljendi» täpselt samuti nagu saate ajal raadiojaamas. Kuid siin ei suubu kõrgsagedusvool, mis kannab enda peal helivõngete «mustrit», mitte antenni, vaid telefoniliini.

Pärast niisugust ümberkujundamist satub telefoniliini mitu kõnet. Igale neist vastab kandva kõrgsagedusvoolu oma sagedus: ühele suurem, teisele väiksem. Iga kõne on omalaadi raadioülekanne kindlaksmääratud lainel, kuid ta läheb mitte läbi ilmaruumi, vaid mööda telefoniliini. Juhtmed suunavad raadioenergiat ega luba tal hajuda. Nii jookseb ühest linnast teise metalljuhtmeid pidi mitu kõnet, seejuures üksteist mitte segades. Oma teekonnal läbivad nad võimenduspunkte, võimenduvad ja liiguvad edasi.

Kõrgsagedusvoolud jõudsid vastuvõtijaama. Nüüd tuleb iga kõne suunata oma eri teed mööda.

Kuidas läheb korda kõnesid üksteisest eraldada ja anda neile selline suund, et nad ära ei eksiks, vaid satuksid just selle abonendi telefonisse, kellele nad on adresseeritud?

Telefonikõnesid kandvate kõrgsagedusvoolude teele paigutatakse vastuvõtijaamas elektrilised filtrid. Need moodustuvad kondensaatorite ja poolide komplektist. Filtritel on tähelepanuväärne omadus: nad lasevad endast läbi ühe kindlaksmääratud sagedusega voolu, teistele sagedustele on nad suletud.

Iga kõne teele paigutatakse oma filter, mis on häälestatud kindlale sagedusele. See filter, sarnanedes teatavale lainele häälestatud raadiovastuvõtjaga, võib läbi lasta ainult ühe kõne.

Kõrgsagedusvoolude teele ülesseatud filtrid avavad sissepääsu ainult ühele kõnele ja sulgevad selle kõigile teistele. Seepärast võib iga kõne sattuda ainult selle abonendini, kellele ta on määratud.

Kuid kõrgsagedusvoolude jaotamisega ei ole asi veel lõppenud. Kui kõrgsagedusvoolu saata otse telefoni, jääb telefoni membraan liikumatuks. Ta ei suuda võnkuda niisuguse sagedusega, millisega võngub kõrgsagedusvool.

Et panna telefoni membraani helisema, tuleb kõrgsagedusega elektrilistest võngetest eraldada «helimuster». Seda teeb detektor, samuti nagu raadiovastuvõtjas. Ta muudab kõrgsagedusega võnked ümber helisagedusega elektrilisteks

võngeteks. Need satuvadki telefoni ja sunnivad membraani kordama neidsamu sõnu, mis kõlavad mikrofoni ees liini teises otsas.

Hoolimata elektriliste ümberkujunduste keerukusest ei aeglustu telefoniline ülekanne. Abonendid kõnelevad teineteisega, tajumata vähimalgi määral, millise pika ja keeruka teekonna sooritab iga nende poolt hääldatud sõna.

Taalise menetlusega antakse edasi sama liini mööda üheaegselt kõnedega ka mitu telegrammi.

Nii võimaldus suurendada kaugühenduste arvu ilma täiendavate juhtmete ülesseadmiseta.

1939. a. avati meie maal suurim sidemagistraal, mis ühendas Moskva Habarovskiga. Seda kaudu peetakse ühel ja samal ajal kõnesid, antakse üle telegramme ja kujutisi. Hoolimata hiigelkaugusest (ligi 9000 kilomeetrit), ei kosta kõne selle liini kaudu sugugi halvemini kui ühe linna piires. Esimesed abonendid, moskvalased, kellel tuli rääkida Habarovskiga, olid imestunud selle üle, et kõnet kauge Amuuri kallastelt nii hästi kuulda oli. 1941. a. anti eksploatatsiooni meie spetsialistide poolt konstrueeritud aparatuur 12 kõne üheaegseks ülekandmiseks. Viimaseil aastail hakati kasutama tähtsamais suundades spetsiaalset kaablit, mis lubab üheaegselt pidada mitusada kõnet ja üle anda suure hulga telegramme.

Nõukogude Liidus on raadio lühikese aja jooksul saavutanud ennenägematut edu. Ta on muutunud kõige eesrindlikumaks sidevahendiks. Võites kaugusi, muudab ta kauge lähedaseks, kiirendab meie elu tempot ja aitab kaasa kommunismi ülesehitamisele.

MAGNETOFON

Z. Vagramov

Helistasin insener Demihhovskile. Kuuldetorus oli kuulda mehe häält, kes teatas, et inseneri pole kodus. Tundmatu aga avaldas valmisolekut anda Demihhovskile üle ükskõik millist teadet. Ma tänasin teda lahkuse eest ja jutustasin talle oma soovist. Lõpuks, väljendades siirast vastastikust lugupidamist, lõpetasime soojade tervitustega.

Mõne päeva pärast kohtasin ma insener Demihhovskit Moskva tehase «Gosteasvet» laboratooriumis. Tema hääli oli minu hiljutise telefoni-jutukaaslase häälega nii sarnane, et ma ei suutnud end pidada ja küsisin:

«Kas mul oli juhus telefoni teel kõnelda teie vennaga?»

«Ei, te kõnelesite minuga.»

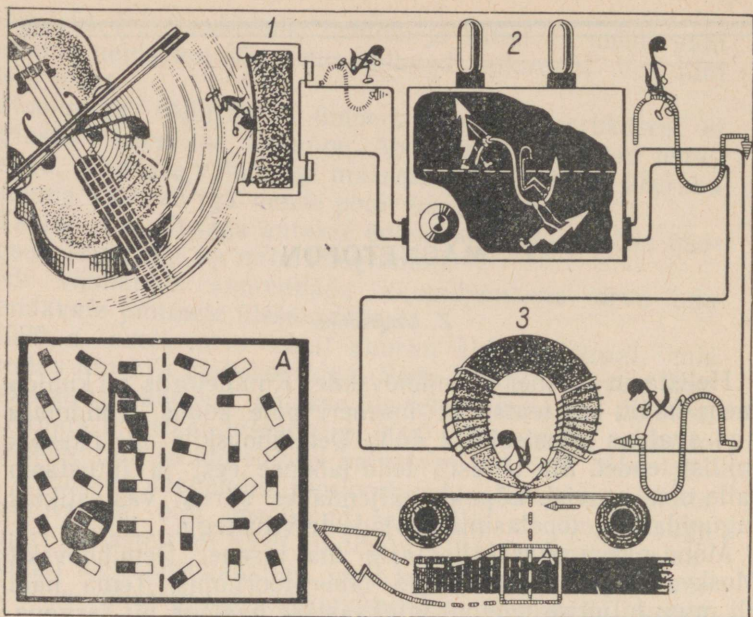
«Ei saa aru! Teid polnud ju ometi kodus?»

«Ma tõepoolest ei olnud kodus, kuid kõnelesin siiski mina,» vastas Demihhovski ja lisas juurde: «Minnes kodunt ma «jätsin» oma hääle magnetofonile. Kui teie helistasite, ühendus magnetofon automaatselt telefoniga ja küsis minu häälega: «Kes kõneleb?» Pärast seda vastas ta igale teie küsimusele: «Teda ei ole kodus». . . «Mida võib talle edasi öelda?» Ja samas kirjutas magnetofon lindile teie teate. Jõudnud koju, lülitasin ma magnetofoni sisse. Ta kordas mulle, mida teie olite kõnelnud. Nii ma saingi teada, et te soovite minuga täna kohtuda.»

See kohtumine oli pühendatud nõukogude inseneride L. A. Demihhovski ja V. P. Krõlovi poolt konstrueeritud uue magnetofoni «МАГ-5» töötamise demonstreerimisele.

Magnetilise helimärkimise eelised teiste helijäädvustamismenetlustega võrreldes on tohutud.

Mehaaniline helijäädvustamine koosneb paljudest keerukatest operatsioonidest: heli tuleb jäädvustada nõela abil vahale, siis tuleb valmistada vahast originaali järgi kalli-

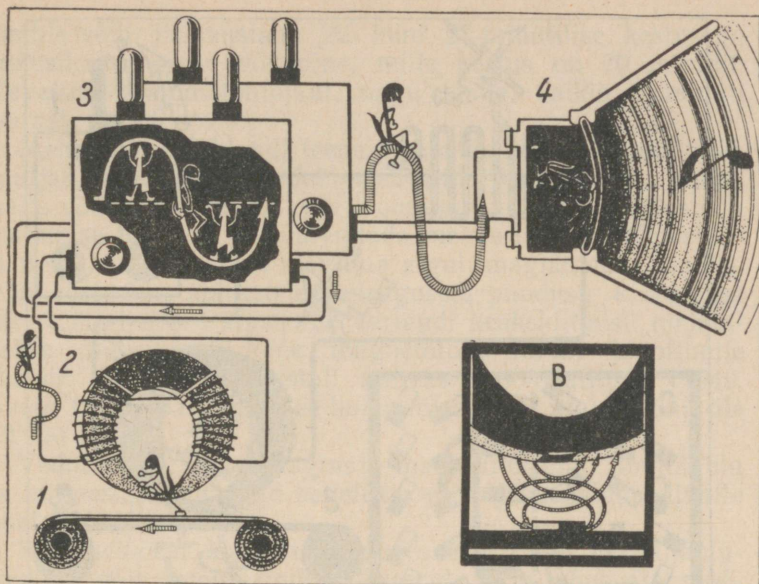


Heli magnetilise jäädvustamise skeem. Viuliga tekitatud heli muutub mikrofonis (1) elektrivoolu võngeteks. Võimendajas (2) suureneb võngete võimsus. Võimendatud vool läheb jäädvustavasse helipeasse (3). Helipea magnetväli, muutudes heli taktis, magnetiseerib raudhapendi pulbri, millega lint on kaetud. Skeem ruudus «A» näitab, kuidas raudhapendis teostub magnetivälja toimel elementaar-magnetite korrastumine.

hinnaline galvaaniline stamp ja lõpuks stantsida tehases heliplaadid. Alles pärast seda on võimalik taastada heli, mängides heliplaati grammofoonil. Fotograafiline helijäädvustamine on tunduvalt lihtsam, kuid ka see nõuab fonogrammi ümbertöötusel palju aega ja laboratoorseid tingimusi. Magnetiline helijäädvustamine erineb oma mugavuse ja lihtsuse poolest tunduvalt kõigist eelmainitud jäädvustamise viisidest.

Magnetofonil võib heli üles kirjutada, taastada ja «kustutada» haruldaselt lihtsalt ja ruttu. Heli - võib taastada pärast üleskirjutamist juba mõne minuti pärast.

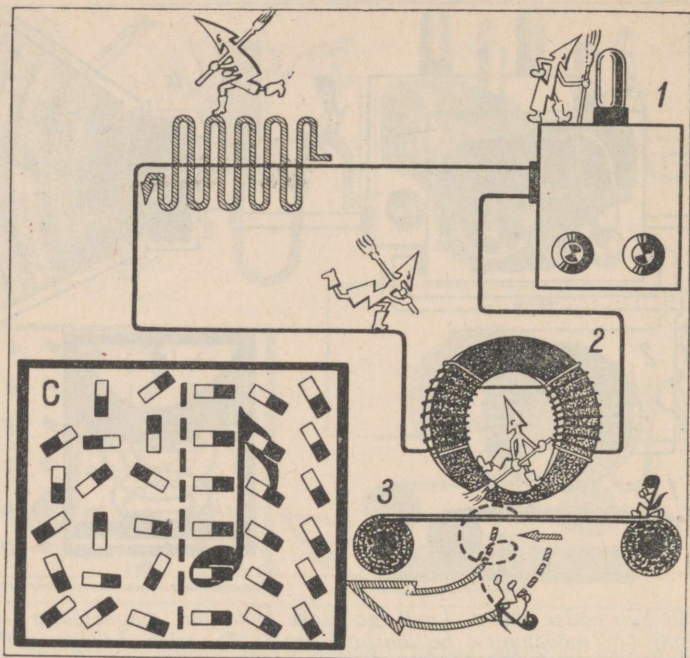
Tänapäeva magnetofonides toimub helijäädvustamine raudhapendi õhukese kihiga kaetud kitsale lindile. Magnetofoni töötamise ajal keritakse linti ühelt kettalt teisele.



Heli taastamise skeem. Lindi iga osake loob oma magnetvälja («B»). Lindi (1) möödumisel helitaastamispeast (2) tekib helipea mähises elektrivool, mille võnkumine vastab lindile jäädvustatud helivõngetele. Pärast võimendamist (3) saabub vool valjuhääldajasse (4).

Lint möödub kolmest magnetilisest helipeast. Üks neist on määratud helide jäädvustamiseks, teine nende taastamiseks ja kolmas — heliüleskirjutise «kustutamiseks». Te vajutaste nupule, mis on ühendatud helijäädvustamispeaga. Viimase mähist läbib vool, mis tuleb mikrofonist läbi võimendaja. Helipea magnetpoolustes tekkivad magnetjõujooned hakkavad mõjutama lindil asuvat helikandjat — raudhapendit. Liikuva lindi üksikud osad magneeditakse vastavalt voolu võngetele ning järelikult ka mikrofonimembraani võngetele.

Lõpetades üleskirjutamise «stop»-nupule vajutamisega, peatate te aparadi. Vajutades teisele nupule, annate lindile tagasikäigu. Pärast lindi ümberkerimist lastakse teda jällegi joosta endises suunas, vajutades nupule, mis juhib helitaastamispead. Magneeditud lindi magnetilised jõujooned mõjuvad helitaastamispea poolustele. Tema mähiseis tekib elektrivool, mille võnkumine vastab täpselt esialgse-



Kustutamise skeem. Generaator (1) toodab kõrgsagedusvoolu. Selle vooluga toidetava «kustutava» magnetpea (2) mõjul aetakse lindi (3) elementaarmagnetid uuesti korratusse («C»). Lint on valmis uueks sissemängimiseks.

tele voolu võnkumistele mikrofonis. Mähises tekkiv vool läheb võimendajasse ja sealt valjuhääldajasse, kus ta muutub kuuldavaks heliks.

Heli võib «kustutada» kolmanda pea abil. Selle pea mähist toidetakse kõrgsagedusliku vahelduvvooluga. Selle pea magnetiväljad kaotavad lindilt varem «sisse mängitud» heli. Äramagneetimispea on paigutatud kirjutava pea ette, ning lülides teda sisse üheaegselt viimasega, valmistab ta lindi ette uueks üleskirjutamiseks.

Lindi liikumisel ei teki peaaegu üldse hõõrdumist. Erinevalt grammofoniplaadist lint ei kulu. Magnetofoni heli erineb ka oma puhtuselt, temas ei teki moonutusi sissemiste ja teiste grammofonile iseloomulike mürade tõttu. Ühele

lindile võib jäädvustada 22- kuni 27-minutilise kestusega muusikalise teose või kõne, mille kestus on 70 minutit. Tavaline grammofoniplaat, nagu teada, vaikib 3 minuti pärast.

Mehaanilise dublandi teeneid kasutavad paljud näitlejad, lauljad, muusikud ja deklamaatorid. Magnetofon annab neile võimaluse uurida oma loomingut kriitiliselt, täiustada esitamise tehnikat ja suurendada meisterlikkust. Kinostuudiotest hakati heli üles märkima algul magnetofoni lindile. Kui režissöör märkab mingisuguseid puudusi, korratakse sisse- ja väljahingamist. Pärast uue variandi heakskiitmist kirjutatakse muusika või kõne magnetofoni lindilt kinofilmile ümber. Selliselt valmistati näiteks kroonikafilmi «1949. aasta 1. mai paraad». See hoidis ülesvõtete ajal kokku üle 12 000 rubla.

Veduri vilet, kabjaplaginat, mootorimürinat, linnulaulu ja mitmesuguseid muid heliefekte võib jäädvustada lindile ebatavaliselt täpselt.

Südamelööke, kahinat kopsudes õhu sisse- ja väljahingamisel võib samuti lindile fikseerida ning mõne aja möödudes võib haige südamelööke, kes on tulnud pärast ravi arsti vastuvõtule, magnetilise üleskirjutisega võrrelda. Kasutades magnetilist ülesmärkimist, võib arst absoluutse täpsusega kindlaks määrata, kuivõrd patsiendi seisukord on halvenenud või paranenud. Helisid võib võimendada paljukordselt, mis võimaldab magnetofoni abil kinni püüda seda, mida ei suudeta haarata haige hariliku läbivaatuse juures.

Magnetofonid võivad olla tähelepanuväärseiks vahendeiks võitluses kultuuri leviku eest.

Komplekt magnetofonilinte näitlejate ja kõnelejate esinemiste üleskirjutisega leiab laialdast kasutamist ükskõik millises maakohas. Neis omapärases «helikonservides» võib säilitada kontserdiprogramme parimate pealinna orkestrite ja solistide esituses, väljapaistvate nõukogude teadlaste loenguid, ning neid võib toimetada kõige kaugematesse rajoonidesse.

Peale muusika kuulamise võib magnetofoni kasutada igapäevases elus ka teisteks otstarveteks. Väljudes kodunt, võib jätta lindile suulisi korraldusi või teateid, kuna rääkimiseks kulub vähem aega kui kirjutamiseks.

Koolides muutub magnetofon emakeele tundides asendamatuks õppevahendiks. Õpilastel on võimalus kuulata

kunstisõnameistrite esinemisi, kes loevad Puškinit, Tolsoid, Tšehhovit, Gorkit ja teisi klassikuid.

Magnetofonis «МАГ-5» teostasid tema konstruktorid rea väärtuslikke uuendusi. Erinevalt kõigist nõukogude ja välismaa konstruktsioonidest on aparaat «МАГ-5» varustatud seadisega, mis võimaldab lindi liikumise kiirust muuta suurtes piirides. Viimane asjaolu laiendas magnetilise üleskirjutuse kasutusalasid. «МАГ-5» abil võib säästa aega telefonogrammide üleandmisel. Tunnipikkust kõnet, mis märgitud üles magnetofonilindile, võib edasi anda liini mööda 3—5 minutiga, kui lindil lasta joosta suure kiirusega. Teise liini otsas võtab ülekannet vastu teine magnetofon, millel lint jookseb samasuguse kiirusega. Niisugusel ülikiirel üleandmisel muutuvad sõnad, segunedes üksteisega, arusaamatuiks, tekib täielik kaos. Kui aga jaamas, kus telefonogramm on vastu võetud, lasta magnetofonilindil joosta normaalse kiirusega, siis kostab kõne tavaliselt ja arusaadavalt.

Uue magnetofoniga võib uurida helispektri neid osi, mis on kättesaadamatud teiste helijäädvustamismenetlustega. Võimalus reguleerida lindi liikumise kiirust võimaldab uurida seadiste käitumist, mis tekitavad ultrahelilisi võnkumisi, võib jälgida näiteks mitmesuguste masinadetailide kiireid vibratsioone.

Vibratsiooninähtust võis varem uurida ainult ostsillograafi abil, keeruka ja koguka seadisega, mida paljudel juhtudel, nagu lennukis, autos või rongis, oli raske kasutada. «МАГ-5» võimaldab muuta ultrahelid kuulda-vaiks. Selleks on vaja linti lasta sissemängimisel joosta suure kiirusega ning heli taastamisel — väikese kiirusega. Vastupidiselt toimides, s. t. lastes lindil joosta ülesmärkimisel aeglaselt ja helitaastamisel kiiresti, on võimalik uue magnetofoniga jäädvustada infrahelisisid (helisisid väga madala sagedusega), mis on kõrvale samuti kuuldamatud.

«МАГ-5» abil teostatakse NSV Liidu Teaduste Akadeemia Vene Keele Instituudis elava keele foneetilisi uurimisi. Magnetofoni läheduses hääldatakse näiteks sõna «kolo-bok»¹. Seejärel aeglustades lindi liikumist, määratakse kindlaks, kui palju «o» läheneb oma kõlalt teisele täishäälikule — «a»-le. Selline kõne «lahkamine» on vajalik

¹ колобок — väheldane ümmargune leivapäts. *Koostaja.*

mitmesuguste sõnade hääldamise teaduslikul uurimisel, kohalike murrete tundmaõppimisel jne.

Uue magnetofoni konstruktorid töötasid välja veel lisa-seadise oma aparaadile, mille abil see võib dikteerida jäädvustatud teksti masinakirjutajale. Iga paari-kolme sõna järel teeb mehaaniline diktor pausi, et masinakirjutaja jõuaks temale järele. Kui masinakirjutaja siiski jättis mõne sõna vahele, siis võib ta nupule vajutamisega linti tagasi pöörata.

Aparaat «МАГ-5» on hulga täiuslikum välismaistest magnetofonidest. «МАГ-5» kasutamisevõimalused on võrreldamatult laiemad kui välismaistel konstruktsioonidel.

«МАГ-5»-s kasutasid konstruktorid lindi elektrilist pidurdamist. Lint pidurdub väga sujuvalt, tema järsud seisatamised on välditud. Aparaat viib spetsiaalse puldi abil ka eemalt juhtida.

Nõukogude teadlased I. J. Goron ja J. I. Regirer lahendasid ka tähtsa küsimuse magnetofoni fonogrammide paljundamise alal. Magnetilise üleskirjutusega lindilt võib heli ümber kirjutada teisele lindile ainult elektriliselt, nagu tavalise sissemängimise juures. Lindi suurtest tiraažidest niisuguse kopeerimismenetluse juures ei saa olla juttugi.

I. J. Goron ja J. I. Regirer leiutasid tähelepanuväärt teravmeelse meetodi magnetofonilintide paljundamiseks. Heli märgitakse optilisel teel kinofilmile. Heli fonogramm filmil näeb välja nagu kummalise mäeaheliku siluett. Filmist tehakse tüpograafiline kliše. Fotogrammi trükkimisel paber- või tsellofaanlindile lisandatakse trükivärvile raudhapendit. Sellisel teel valmistatud lintidelt võib heli taastada magnetofoni abil. Selleks tuleb helitaastamispea ette asetada püsivmagnet, mis magnetiseerib raudhapendi. Lindi liikumisel avaldavad tema magneeditud siksakid erinevat mõju (sõltuvalt nende suuruselt) aparaadi helitaastamispeale ja kutsuvad esile viimase mähises elektrivoolu võnkumisi, mis seejärel muudetakse heliks.

Tehases «Gosteasvet» on juba valmistatud igapäevaste vajaduste rahuldamiseks määratud magnetofoni näidis, mille hind ei ületa keskmise kvaliteediga raadiovastuvõtja hinda. Selle aparaadi võib omandada iga tööline ja kolhoosnik. Ta suudab võita meie elus endale samasuguse koha nagu raadiovastuvõtja.

KINO TEADUSE TEENISTUSES

A. Fjodorov

Tänapäeva kinokunsti grandioossesse hoonesse on tähtsamad ehituskivid asetanud vene teadlased ja leiutajad.

V. V. Petrovi, P. N. Jablotškovi ja A. N. Lodõgini poolt avastatud ja leiutatud võimsad valgusallikad võimaldasid praktiliselt ellu viia liikuva kujutise projekteerimist ekraanile ja saada küllaldaselt teravat kujutist.

1895. aastal leiutas suur vene teadlane A. S. Popov raadio.

Möödunud sajandi lõppu kuuluvad ka väljapaistva vene füüsiku A. G. Stoletovi tähelepanuväärsed tööd, mis on seotud fotoelektriliste nähtuste uurimisega. Tema uurimused viisid uue suurepärase seadise — fotoraku — loomisele, mis on olulisimaks detailiks tänapäeva helikinoseadmeis.

A. S. Popovi ja A. G. Stoletovi tähtsad leiutised ja järgnenud avastused raadiotehnika valdkonnas võimaldasid hiljem, kasutades raadiolampe, võimendajaid ja raadioseadmete teisi elemente, üle minna helikinole. Nad panid ekraani kõnelema.

Määratu suur osa kuulub vene teadlastele ka teiste teadusharude arengus, mis panid aluse kinematograafiale. Juba möödunud sajandi 60-ndail aastail teostasid vene uurijad Sereznevski ja Skamoni rea huvitavaid töid fotograafia alal. Suure panuse fotograafiateadusesse andsid silmapaistvad vene teadlased D. I. Mendelejev ja K. A. Timirjazev. 1881. aastal esildas Moskva fotograaf I. V. Boldõrev uudsed painduvale filmile kantud valgustundlikud materjalid. On täiesti ilmne, et ilma sellise filmita oleks kinematograafia olemasolu olnud võimatu.

Sel viisil kindlustasid vene teadlaste ja leiutajate tööd tänapäeva kinematograafia tähtsaimate elementide loomise.

Ka hiljem töötasid vene uurijad visalt ja produktiivselt kinotehnika arendamise alal. Juba enne Oktoobrirevolüt-

siooni ehitas insener Sosnovski kodumaise prožektori, mis oma kvaliteedilt ületas välismaise aparatuuri. Vene tehnik K. Nikolajev konstrueeris esimesed kaarlambid kinostuudiotarjeks ja varustas nendega 1915. aastal Jermolevi kinoatelj. 40 aastat tagasi pildistati Hanžonkovi kinovabrikus juba ruumilisi multiplikatsioonfilme; andekad operaatrid A. A. Levitski ja teised töötasid välja ning täiustasid uusi filmimisemeetodeid.

Suured on vene teadlaste teened ka teadusliku kinematograafia arendamisel. Juba käesoleva sajandi algul loodi N. V. Baklini juhtimisel esimesed teaduslikud filmid termodünaamika, bioloogia ja elektri alal. Samal ajal tegi nõukogude kinematograafia üks vanemaid töötajaid professor V. N. Lebedev esimesena Venemaal kinoülesvõtteid mikroskoobi abil. Tema film «Infusoor» sai suure menu osaliseks nii meil kui ka välismaal.

Hoolimata üksikutest ja huvitavatest saavutustest, arenes kodumaine kinematograafia äärmiselt aeglaselt, kuna ta oli eraettevõtjate valduses.

Oktoobrirevolutsiooni võit lõi soodsad tingimused nõukogude kinokunsti õitsenguks, mis oli kutsutud olema sotsialismi ideede kandjaks, töötajate kultuurilise taseme tõstmise võimsaks vahendiks.

Nõukogude teadlased suutsid kiiresti ja täiesti iseseisvalt lahendada keeruka teadusliku probleemi — helikino loomise. Heli üleskirjutamise ja reprodutseerimise kodumaine meetod töötati välja suure rühma spetsialistide poolt eesotsas A. F. Šorini, P. G. Tageri ja V. D. Ohhotnikoviga. Nad panid aluse tänapäeva helikinotehnikale. 1929. aastal avati NSV Liidus esimene helikinoteater, nüüd aga demonstree-rivad kõik meie maa kinoteatrid helifilme.

Nõukogude teadlased on palju teinud värvilise kinematograafia arendamiseks ja täiustamiseks.

Nõukogude värvilised filmid ületavad välismaisi mitte üksnes oma sisu ja kunstilise meisterlikkuse poolest, vaid ka tehnika ja värvi kvaliteedi poolest.

Nõukogude kinotehnika suureks saavutuseks on stereoskoopne (ruumiline) kino, mille leiutas insener S. P. Ivanov, kes on nüüd Stalini preemia laureaat. Nõukogude stereokino erinevus välismaistest süsteemidest seisab selles, et ruumiline mulje saavutatakse ilma eriliste prillide kasutamisetä.

Kaasaegne õppe-teaduslik kinematograafia sai alguse tea-

dusliku uurimise vajadustest. Kino ajaloost on teada, et idee uurida loomade liikumist ja lindude lendu liikumise reaks üksikuteks staatilisteks piltideks lahutamise teel viis spetsiaalse fotoaparaadi loomisele, mis võimaldas sekundis mitme üksikvõtte pildistamise. See aparaat oli tänapäeva kinokaamera algkujuks.

Kuid kino kasutamise laialdased ärilised võimalused, mis ootamatult ilmnesid kino olemasolu algaastail, nihutasid tagaplaanile tema kasutamise teaduslikel eesmärkidel. Kapitalismi tingimustes kulges kino arenemine teist rada. Kino muutus kodanluse kättes kasusaamise vahendiks, töötajaskonna vaimse orjastamise relvaks. Alles nõukogude kord tagas kõik tingimused kino igakülgseks arenemiseks ja kasutamiseks, avas kinokunstile uued perspektiivid, muutis kino mitte ainult töötajate poliitilise ja kultuurilise kasvatamise võimsaks vahendiks, vaid ka teadusliku uurimistöö üheks tähtsamaks abinõuks.

Meie maa väljapaistvad teadlased kasutavad juba ammu kinoaparaati teadusliku uurimise laboratooriumides. Kuulus nõukogude füsioloog akadeemik I. P. Pavlov organiseeris spetsiaalselt oma katsete filmimist kõrgema närvitegevuse füsioloogia ja patoloogia alal. Selliste ülesvõtete tegemine oli raske ülesanne. Reflekside uurimiseks paigutas Pavlov katsealused loomad erilisse ruumi — niinimetatud «vaikuse torni», mis oli massiivsete seintega isoleeritud kõikidest välistest ärritajatest: kõrvalistest müradest jne.

Kuid tol ajal oli filmimisaparatuur veel algeline. Automaatselt töötavaid ja käratuid filmikaameraid ei olnud veel. Teadlase laboratooriumides seati üles suured kohmakad seadised, seal undas aparaat, süttis järsku prožektorite ere valgus, askeldasid võõrad inimesed. Kõik see segas uurimistööd. Akadeemik Pavlovil ja tema kaastöölistel tuli loomad filmimistingimustega kohanemiseks eriliselt välja õpetada, mis nõudis palju aega ja vaeva. Kuid teadlane ei kohkunud raskuste ees, ta sai kõigest üle. Selle tulemusena saadi akadeemik Pavlovi laboratooriumidest väärtuslikku teadusalast kinodokumentatsiooni. Kinoülesvõtete materjalid võimaldasid teadlastel täielikumalt ja põhjalikumalt tundma õppida uuritavaid nähtusi ja protsesse. Osa nendest materjalidest kasutati hiljem ära populaarteaduslike filmide loomiseks, mida laialdaselt demonstreeriti meie kodumaa ekraanidel («Akadeemik Pavlovi katsed», «Roosa ja Raa-fael» jt.).

Teine tuntud nõukogude teadlane, akadeemik N. N. Burdenko kasutas samuti sageli kinokaamerat. Väljapaistva kirurgina oli N. N. Burdenko meistriks eriti keerukate ja täpsete operatsioonide alal, sealhulgas ka peaaegu operatsioonid.

Filmimine operatsioonisaalis pole mitte ainult keerukas, vaid ka vastutusrikas toiming. Operatsiooni ajal ei tohi ju miski kirurgi ja tema abilise tähelepanu kõrvale juhtida. Kuid N. N. Burdenko omistas äärmiselt suurt tähtsust kinodokumentatsioonile, eelkõige kogemuste edasiandmise ja arstide ettevalmistamise eesmärgil. Ta nõudis, et kinolindile jäädvustataks kõik haruldased ja huvitavad operatsioonid.

Kirurgiliste operatsioonide pildistamine omandas suurima ulatuse Suure Isamaasõja aastail. Sel ajal jäädvustati filmile väljapaistva kirurgi poolt teostatud kõige keerukamad operatsioonid. Akadeemik Burdenko rõhutas, et keerukate ja harvaesinevate haiguste ja haavade dokumenteerimist tuleb tunnistada üheks tähtsamaks ülesandeks sõja ajal.

Akadeemik Burdenko ja tema õpilaste tööde filmimine andis haruldase teadusliku väärtusega laiaulatusliku kinodokumentatsiooni. Paljud neist ülesvõtetest olid aluseks tähtsate õppefilmide loomisel, nagu «Välikirurgia», «Seljaaju vigastused» ja teised, mida praegu laialdaselt kasutatakse meie kõrgemates meditsiinilistes õppeasutistes tulevaste kirurgide ettevalmistamisel.

Väga huvitavaid teaduslikke kinoülesvõtteid tehakse NSV Liidu Teaduste Akadeemia Tsütoloogia Instituudis Stalini preemia laureaadi prof. V. N. Lebedevi juhtimisel. Spetsiaalse, mikroorganismide filmimiseks kohandatud kinokaamera abil teostatakse selles instituudis süstemaatiliselt vaatlusi elusast organismist välja lõigatud ja laboratoorses tingimustes üles kasvatatud koetükikese arenemise kohta. Filmitud materjali ei kasuta mitte ainult instituudi teaduslikud kaastöölised. Seda materjali on võetud ka tervesse reasse mikrobioloogiat käsitlevatesse populaarteaduslikesse ja õppefilmidesse. Üks selliseid filme on «Raku elust».

Vaataja näeb ekraanil koetükikese elu. Ilmuvad uued rakud, need algsed elu kandjad. Siin on üks rakk kujutatud hiiglasuurena, üle kogu ekraani. Tema sisemuses on selgesti näha tuum ja protoplasma. Siin teostuvad elu varjatud saladused: omastatakse toitu, toodetakse energiat.

Eriline filmimismenetlus võimaldab näha ekraanil, kuidas kasvab ja paljuneb rakk — see elusorganismi alus.

Nagu teada, moodustab rakkude ühend elusorganismi koe. Kuid mitte kõik organismi rakud ei ole ühendatud koes. Ekraanile ilmuvad leukotsüüdid, vabad verelibled. Pilt vaheldub. Jälle on meie ees elusorganismi osa. Sellesse satub võõrkeha — pind. Koos pinnuga tungivad organismi kahjulikud mikroobid. Nendele ruttavad vastu kõige lähimatest veresoontest tillukesed kehakesed — leukotsüüdid. Me võime ekraanil jälgida väljapaistva vene teadlase I. I. Metšnikovi poolt avastatud fagotsütoosi huvitavaimat nähtust — leukotsüüdid õiendavad arveid mikroobidega.

Mitu aastat pingsat tööd kulus Metšnikovil selleks, et esimesena vaadelda fagotsütoosi nähtust. Kaasaegne kinotehnika mitte ainult kergendas teadlasel selle ja teiste analoogiliste protsesside uurimist, vaid võimaldas ühtlasi neid fikseerida filmile, et seda materjali hiljem demonstreerida laialdasele auditooriumile.

Kinoaparaat on muutunud meie päevil vältimatuks kaaslasteks nõukogude teadlastele nende arvukatel teaduslikel ekspeditsioonidel. Paljud teadlased on ka ise omandanud kinokaamera käsitlemise oskuse. Juba kaua aega saadab kinoaparaat akadeemik J. N. Pavlovskit tema kaugeil ja raskeil ekspeditsioonidel. Uurides rasket ja ohtlikku haigust — taiga entsefaliiti, jäädvustas akadeemik Pavlovski kinofilmile taiga metsikut loodust, entsefaliiti haigestunute käitumist, mitmesuguseid haigust edasikandvaid putukaid jne. Filmimine kõige lihtsama aparaadiga andis teadlasele väärtusliku materjali, mis aitas organiseerida efektiivset võitlust taiga entsefaliidiga.

Režissöörid vennad A. ja J. Aleksejevid viibisid hiljuti ühel Ohhoota mere saarel — merekotikute eelistatud asupaigas. Meie kinokülastajail võimaldus tutvuda nende haruldaste loomade bioloogiaga. 1949. a. suvel sooritasid Aleksejevid tõusu Elbrusele, fikseerides värvilisele filmile suurepäraseid kõrgmäestiku vaateid ja näidates nõukogude alpinistide julgust ja vahvust.

Režissöör N. Tihhonov pöördus hiljuti tagasi Kamtšatka ekspeditsioonilt. Ta viibis geisrite orus, kus maasügavusest purskavad üles kümned kuumavee-fontäänid, laskus kinokaameraga vulkaanide kraatreisse, tungis niinimetatud «kivikaskede» tihnikusse. Režissöör V. Šredel võttis osa ekspeditsioonist meie maa põhjarajoonidesse. Ta jäädvus-

tas filmile väheuuritud Taimõri järve ja Põhja-Jäämere ranniku kallaste taimestikku ja loomastikku. Kõiki neid materjale kasutati seeriafilmides, mida demonstreeritakse NSV Liidu kinoteatris.

Suurt abi osutavad teadlastele ka need teadusliku kinematograafia alal töötajad, kes oma tegevuse on pühendanud teaduse propageerimisele ja populariseerimisele kinomeetoditega. Palju kuid viibib ekspeditsioonidel Stalini preemia laureaat režissöör A. Zguridi. Suures populaarteaduslikus filmis «Kesk-Aasia kõrbetes» näitas ta vaatajaile pulbitsevat elu päikesest põletatud viljatuil liivamaadel, kus ei saaks nagu üldse midagi elusat olla. Sama režissööri teine film «Meresügavustes» tutvustab vaatajaid arvuka veeluse maailma elanikkonna eluga. A. Zguridi valmistatud on ka värviline film «Lugu metsast», mis jutustab haruldaste ja huvitavate loomade — kobraste — elust. Kobraste filmimine oli raske ülesanne. Kopravad elavad nende poolt ehitatud erilistes elamutes — «majakestes», mis on vaatlemiseks väga raskesti ligipääsetavad, kuna kõik sisenemiseks ja väljumiseks määratud käigud on peidetud vette. Kopravad ehitavad meisterlikke tamme, mille pikkus on sageli mitusada meetrit. Nad ise valmistavad materjale nende tööde jaoks, välja kraapides ja tassides ühest paigast teise küllaltki jämedaid puid. Kobras on ööloom. See tegi filmimise veelgi keerukamaks. Kuid režissööril õnnestus raskustega toime tulla. Nõukogude kinokülastajad võisid peagi näha ekraanil kobraste elu ja tutvuda nende loomade silmapaistvate ehitaja-instinktidega.

Huvitavaid populaarteaduslikke filme on valmistanud ka teine meister teadusliku kino alal, Stalini preemia laureaat B. Dolin. Dolin on samuti kogu meie maa läbi sõitnud. Ta vaatles ja jäädvustas filmile metsloomi ja linde: rebaseid («Suure armastuse seadus»), kaljukitsi («Loomade jälgedes»), toonekurgi («Ühe rõnga ajalugu») ja paljusid teisi.

Palju kütkestavaid teaduslikke kinofilme on pühendatud taimede ja putukate elule. Kinoaparaat aitas põhjalikumalt ja mitmekülgselt uurida looma- ja taimeilma elu ning võimaldas sellega tutvuda ka kõige laiemail kinokülastajate hulkadel.

Mitte asjata ei öelnud suur nõukogude teadlane, akadeemik Ivan Petrovitš Pavlov režissööridele, kui ta oli vaadanud filmi «Liblikate elust»: «Ma olen kindel, et 90% spetsialistidest pole näinud neid protsesse, mida teie olete filminud.

Minu arvates on kino samasugune teadusliku uurimise vahend nagu mikroskoop ja teleskoopki.»

Kino kasutatakse üha laialdasemalt kui üht teadusliku uurimise kõige usaldusväärsemat vahendit, kinokaamera on muutunud vältimatuks abinõuks igale teadusliku uurimise instituudile, igale teaduslikule ekspeditsioonile. Kinoaparaadiga varustatud inimene tõuseb stratosfääri; filmiaparaat saadab teadlasi nende ekspeditsioonidel Arktikasse, Siberi taigasse, väheuuritud Kesk-Aasia mägedesse ja kõrbesse. Kinokaamera klaasist silm tungib kõikjale — nii meresügavusse kui ka terasetüki sisemusse. NSV Liidus on kino seatud eesrindliku materialistliku teaduse propageerimise ja populariseerimise teenistusse.

Tänapäeva teaduslikul kinol on laialdane spetsiaalse aparatuuri arsenal ning erilised vahendid ja meetodid filmimisel. Kino on võimaldanud teadlastel näha ja jälgida protsesse ja nähtusi, mis toimuvad kas niivõrd kiiresti või niivõrd aeglaselt, et neid ei õnnestu uurida vahetu jälgimise teel.

Näiteks, kas võib näha, kuidas paisub, pakatab ja sirutub välja maasse asetatud seemne juur ja kõrs, kuidas pooldub rakk, kuidas paraneb haav? Muidugi, järjekindlate vaatlustega või jooniste abil on võimalik kujutleda neid protsesse kaunis selgesti. Kuid ainult kino võimaldas näha neid nähtusi looduses, neid hoolikalt analüüsida ja uurida.

Paljud looduse- ja tehnikanähtused toimuvad erakordselt kiiresti. Tohtu kiirusega lendab kuul või mürsk, toimuvad mõned keemilised reaktsioonid, liiguvad kiirkäiguliste mootorite detailid. Inimese silm ei ole võimeline tabama neid nähtusi sellise suure kiiruse juures. Kuid kaasaegne teadus vajab suure kiirusega toimuvate protsesside tundmaõppimist ja analüüsi. Siin abistab uurijaid kinoaparaat. Kino aitab kiirendada või aeglustada paljude protsesside ja nähtuste nägemise taju. Millisel viisil õnnestus seda saavutada?

Tutvume kinoülesvõtte põhialustega. Kui filmitakse heli- filmi, siis fikseeritakse filmile iga sekundi jooksul 24 üksikpilti. Filmimine toimub, nagu öeldakse, kiirusega 24 üksikvõtet sekundis. Valmisfilmi demonstreeritakse ekraanil samasuguse kiirusega. Kui aga sekundis teha mitte 24 üksikvõtet, vaid ainult üks ja filmi demonstreerida ekraanil normaalse kiirusega, siis loomulikult nähtub vaatajale fil-

mitud protsess 24 korda kiirendatuna. Toome mõned näited.

On teada, et tulbiõis puhkeb umbes 5 tunni jooksul. Tema kroonlehed avanevad niivõrd aeglaselt, et nende liikumist ei suudeta märgata vahetul vaatlemisel. Püüame jäädvustada tulbi õitselepuhkemist filmilindile. Kui filmimist sooritada tavalise kaameraga, siis tuleb teha rohkem kui 400 000 üksikpilti. Selleks kulub 8 km filmi ja tema näitamine ekraanil kestab samuti viis tundi! Sel puhul jällegi ei õnnestu näha kroonlehtede pidevat avanemist.

Katsume nüüd iga minuti jooksul pildistada ainult ühe üksikvõtte. Siis fikseeritakse kogu tulbi õitselepuhkemise protsess kokku 300 üksikpildile. Niisuguse lühifilmi demonstreerimine võtab aega vaid 12 sekundit! Sellise ajatihenduse tulemusena saab väga aeglane, lille kroonlehtede nähtamatu liikumine ekraanil nähtavaks, s. t. tajutavaks vaatajale.

Nii tuli kino teadusele appi ja võimaldas meile näha meie ümber toimuvaid väga aeglasi protsesse ja nähtusi oma silmaga. Seda filmimismeetodit kasutavad teadlased mitmete protsesside jälgimiseks agrobioloogias, keemias, metallurgias, meditsiinis ja teistel teaduse ja tehnika aladel.

Aparaat, millega sooritatakse aeglustatud filmimist, kujutab endast kolme mehhanismi ühendit ühes seadmes: kino-kaamera, elektrimootor ja ajamõõtja-mehhanism. Erilise regulaatori abil saab ajavahemikke üksikvõtete pildistamise vahel suurendada või vähendada. Iga kord, kui ajamõõtja märgib pildistamise aja saabumist, lülitub automaatselt sisse valgustus, mootor käivitab filmikaamera ja aparadi sisemuses asetsevale negatiivile jäädvustub jällegi üks pilt. Kui järjekordse üksikpildi filmimine on lõpetatud, lülitub mootor välja ja elektrilamp kustub. Seadis «puhkab» seni, kuni saabub aeg uueks ülesvõtteks. On juhtusid, kus niisugusel filmimisel tehakse tunni ja mõnikord isegi mitme ööpäeva kestel kõigest üks võte.

Sel viisil võimaldab kino «kiirendatult» demonstreerida tegelikkuses väga aeglaselt toimuvaid protsesse ja nähtusi.

Kuidas aga saavutada vastupidist efekti? Kuidas demonstreerida neid protsesse ekraanil aeglaselt, mis looduses toimuvad väga kiiresti.

Kui pildistamise sagedust suurendada ja filmi demonstreerida tavalise kiirusega, siis näivad pildistatud protsessid vaatajale aeglasematena. Nii näiteks, kui teha sekundis mitte 24, vaid, ütleme 240 üksikvõtet, siis näeme ekraanil

10-kordselt aeglasemat liikumist. Mida rohkem üksikvõtteid sekundis on kinokaamera pildistanud, seda aeglasemana näivad ekraanil filmitud protsessid ja nähtused.

Tänapäeva kiir-kinokaameraga võib sooritada filmimist tohutu suure sagedusega — kümneid ja sadu tuhandeid üksikvõtteid sekundis. Sellised kaamerad on ehituselt ülikeerukad ja nõuavad erilist hoolikust valmistamisel. Täie kindlusega võib öelda, et neisse on koondatud kõik tänapäeva tehnika ja peenmehaanika täiustused. Tõepoolest, isegi 1500 üksikpildi filmimisel sekundis, mis pole kaugeltki piirsagedus, liigub film kinoaparaadis kiirrongi kiirusega, kattes enam kui 100 kilomeetrit tunnis.

Kiirfilmimist kasutatakse laialdaselt ülikiirete protsesside ja nähtuste uurimisel. Veel hiljuti oli kuuli lend vaatajale nähtamatu. Inimene võis jälgida kuuli kuni lasuni ja pärast lasku võis näha tema tegevuse purustavat mõju. Nüüd aga filmiti kuuli lendu kiir-kinoaparaadiga ja näidati seda filmi ekraanil aeglustatud viisil. Vaataja silme ees avanes nüüd midagi täiesti ootamatut. Pikkamisi ümber oma telje pööreldes, lendab kuul aeglaselt mööda ekraani. Nüüd läheneb ta klaasile, mis on paigutatud tema teele. Aga mis see on? Kuul pole veel puudutanud klaasi siledat pinda, kui see juba hakkab kumerduma, seejärel tekib klaasis ümmargune auk ning väike klaaskorgike lendab kaugele eemale. Tekkinud avausest läheb kuul läbi sujuvalt ja rahulikult. Alles siis, kui ta on juba eemaldunud klaasist, puruneb viimane väikesteks tükkideks.

Mis juhtus? Mispärast tekkis klaasi avaus ja mispärast ta purunes, kuigi kuul teda üldse ei puudutanud? Kiirfilmimine annab täpse vastuse neile küsimustele. Kiirestilendava kuuli poolt kokku surutud õhulaine tekitas avause klaasi, aga kuuli taga kujunenud õhukeerised purustasid klaasi lõplikult.

Kiirfilmimise abil uurivad teadlased kivimite lõhkamise protsesse, jälgivad mitmesuguste kiirestiliikuvate mehhanismide tööd, vaatlevad ainete kristalliseerumise protsesse ja paljusid teisi loodus- ja tehnikanähtusi.

Viimase aastakümne jooksul on kinokaameraga ühendatud muid seadiseid ja aparaate, milliseid kasutati juba ammu teaduslikus uurimises. Kinoaparaadi ühendamine telekoobiga võimaldas filmile jäädvustada ja ekraanil laialdasele auditoriumile demonstreerida päikesesüsteemi ehitust.

Kinokaamera koos mikroskoobiga võimaldas põhjalikumalt uurida üliväikeste elusolendite maailma saladusi.

Seadis, mis koosneb kinokaamerast ja röntgeniapaaraadist, kergendas inimorganismi uurimist jne.

Tuleb märkida, et kõik need seadmed ei kujuta endast mitte lihtsat üksikute seadiste ühendust kinoapaaradiga. Nende konstrueerimisel tuli teadlastel ja inseneridel lahendada palju keerukaid konstruktiivseid ja tehnilisi ülesandeid.

Nii kinoapaarat kui ka mikroskoop, mida kasutatakse mikrofilmimisel, ei erine oluliselt tavalisest kinokaamerast ja tavalisest mikroskoobist. Nende ühendamine üheks seadiseks nõudis aga rea täiendavaid seadiseid. Kinoseadmes pöörleb mootor, valgustundlik film liigub edasi hüppeliselt. Iga, isegi kõige tähtsusetum seadise pöörutus kutsub esile vaadeldava eseme vähese paigaltnihkumise. Seda paigaltnihkumist suurendab mikroskoop sadu ja mõnikord isegi tuhandeid kordi, andes hiiglasuure moonutuse. Seepärast tuleb mikroseade kõigist pöörutustest isoleerida. Sel põhjusel paigutatakse ta massiivsele alusele, mis harilikult on valmistatud raudbetoonist ja paigutatud maasse mitme meetri sügavuseni.

Et mikroorganisme selgesti näha ja neid hästi filmile jäädvustada, peab mikroskoobi lauakese klaasil asetsevat vaadeldavat objekti tugevasti valgustama. Seks otstarbeks kasutatakse soovi kohaselt kas kaarlampe või nn. punktvalgustusega elektrilampe, millede ere valgus on koondatud ühte punkti. Sellised lambid annavad väga tugevat valgust, kuid nad eraldavad ka suure hulga soojust, mis mõjub mikroskoobis vaadeldavate mikroorganismide elule negatiivselt. Seepärast varustatakse mikrokinoseadmed veel spetsiaalsete soojusfiltritega, mis takistavad soojuse tungimist valgusallikast vaadeldava objektini.

Mikrofilmimisseadmeid täiendatakse veel meile juba tuntud aeglustatud pildistamist võimaldava mehhanismiga.

Väga keerukaks osutus kinokaamera ühendamine röntgeniapaaradiga. Hoolimata näilisest lihtsusest, on röntgenifilmimine seotud küllaltki suurte tehniliste raskustega. See vajab spetsiaalselt sisustatud ruumi, võimsat röntgeniaparatuuri, eriti intensiivselt helendavaid ekraane jne.

Nõukogude teadlastel ja kinotöötajail õnnestus ka neid raskusi ületada. Praktiliselt on välja töötatud ja kasutusel kaks röntgenifilmimise meetodit. Esimene meetod põhi-

neb röntgenikiire vahetel mõjutusel kinofilmil valgustundlikule kihile. Teise meetodi olemus seisab selles, et röntgenikiirte abil saadud kujutis suunatakse algul spetsiaalsele intensiivselt helenduvale ekraanile ja pildistatakse alles sealt kinofilmile.

Röntgenifilmimine avas uurijatele uued teed paljude keerukate protsesside jälgimiseks, mis on peidus vahetu vaatluse eest. Nüüd oli praktiliselt võimalik jäädvustada kinofilmile selliseid palja silma eest varjatud protsesse, nagu toitainete liikumine taimes, struktuurilised muutused terasetüki sisemuses, ravimite omastamine inimorganismi poolt ja palju teisi.

Me peatusime ainult üksikuil tähtsamail filmimise meetodeil, mis tõstsid kino esile teadusliku uurimise asendamatu vahendina. On ka veel teisi teadusliku filmimise meetodeid, mis ei ole leidnud käesolevas artiklis käsitlemist. Siin ei ole kõneldud aerofilmimisest, veealusest filmimisest, mis on hakanud arenema viimase 10—15 aasta jooksul. Artiklis ei ole mainitud ka multiplikatsioon — jooniseid, mis «elustuvad» ekraanil.

Suurt tähtsust omavad teaduslikus kinematograafias spetsiaalsed objektiivid, millega varustatakse tänapäeva kinokaameraid. Võtame näiteks teleoptika, mis on kujunenud asendamatuks bioloogilise kinodokumentatsiooni valmistamisel. Teleoptika vahendusel on õnnustunud filmida objekte, mis on sajad meetrid kinokaamerast eemal, ja jäädvustada filmile metsloomade eluavaldu, kes ei lase inimest enda lähedusse.

Nõukogude kinokunst on kõige eesrindlikum kinokunst maailmas ja ta täidab töötajaskonna Lenini-Stalini suure õpetuse vaimus kasvatamise üllast ülesannet. NSV Liidus on kino antud teaduse, kultuuri ja töötajate laiade hulkade teenistusse.

Meie maal on loodud kõik tingimused selleks, et üha enam ja üha laialdasemalt kasutada kino teaduse, kultuuri ja progressi huvides.

Võib olla kindel, et lähem tulevik toob nõukogude kinole palju uusi kuulsusrikkaid saavutusi.

AUTOMAATTEHAS

Insener A. Morozov

Et väljendada tööpingiehituses toimunud tehnilist progressi mõne lihtsa joonisega, võiks seda kõige selgemalt teha näidates, kuidas tööline järk-järgult oma pingi juurest on eemaldunud.

Algul ei võinud treial sekundikski ära pöörduda oma pingi juurest ega katkestada jalgade liikumist, mis täitsid «ajami» osa. Seejärel vabastas vesiratas treiali jalad. Kuid ka siis ei saanud pingi juures töötaja veel pikema aja vältel selga sirutada, kuna ta hoidis tera käes. Isegi siis, kui oli leiutatud suport, «raudne käsi» tera jaoks, pidi treial selle asendit eseme töötlemise ajal vahetpidamata muutma.

Möödusid sajandid, enne kui pink muutus sedavõrd täiuslikuks, et ei vajanud enam alalist sidet teenindava inimesega ja võis lühemat aega töötada ilma järelevalveta. Kapitalismi ajal ei olnud töölisel sellest mingit kasu: ta jäi endiselt masina ripatsiks. Täiustatud masina teenindamine nõudis tööliselt hiiglasuurt füüsilist pinget ja eemaldas seega tööst vaimse sisu. Karl Marx kirjutas «Kapitalis», et kapitalismi tingimustes masin «ei vabasta töölist tööst, vaid tema töö igasugusest sisust».

Meie maal on masinaehituse areng suunatud sellele, et vabastada töölist raskest füüsilisest tööst ning kaotada vastuolu vaimse ja füüsilise töö vahel. Sotsialistliku rahvamajanduse tehniline ümberkorraldus andis võimaluse luua masinaid, mille juhtimine nõuab juba mitte füüsilist tööd, vaid tehniliste teadmiste kõrget teadlikku arendamist. Eriti iseloomulikke edusamme on meie rahvamajandus teinud pingiehituse osas. Vaimse ja füüsilise töö vaheliste erinevuste kadumise eredaks näiteks on automaatliinide moodustamine. Esimene selline liin ehitati Stalingradi traktortehase tööliste I. Inotškini poolt.

Nõukogude Liidus töötavate automaatliinide teenindamine põhineb pinkide juhtimisel vastavatele nuppudele surumisega juhtpuldil. Sellised liinid vähendavad detailide töötlemise töömahtu auto- ja traktoritehastes 2—3 korda. Seejuures on vajalike tööliste arv 8—10 korda väiksem kui sama võimsusega tavalises tehases.

Meie maa on automaatsete tööpingiliinide kodumaa ja muutub ka esimeste automaattehaste kodumaaks. Sellised põhiliselt uued ettevõtted tekkisid Nõukogude Liidus mitte ainult sellepärast, et oli saavutatud suurepärast edu masinaehituses ja kaugelt ületatud kapitalistlik maailm. Olles kommunistliku tehase algtüübiks, nõuab automaattehas erilist suhtumist töösse, erilist vahekorda rahvamajanduse üksikute harude vahel. Automaattehase loomisega seoses olevad keerulised probleemid on riiklikus ulatuses lahendatavad ainult kogu majandussüsteemi ühtse planeerimise korral. Seda võimaldab ainult rahvamajanduse sotsialistlik süsteem.

Et esimene automaattehas lahendaks tootmise automatiiseerimise probleemi üldiselt, selleks tuli õigesti valida selles tehases valmistatavad tooted. Esimene nõukogude automaattehas valmistab autokolbe.

Automootori kolb on suure tähtsusega detail, mille järele on suur vajadus. Näiteks vajab auto «ЗИС-150» iga aasta kuus uut kolbi. Seejuures on kolvi valmistamine keeruline, vajab metallisulatusahje, mitmesuguseid pinke keeruliste pindade töötlemiseks ja aukude puurimiseks ning kolviosade läbilõikamist elastsuse andmiseks. Kolbi töödeldakse ka keemiliselt: puhastatakse ja joodetakse. Seega, olles saavutanud kolbide automaatse tootmise, lahendavad automaattehase konstruktorid ja tehnoloogid automatiseerimise ülesandeid ka teistel tootmisaladel, kus samuti on vaja sulatada metalli, seda termiliselt ja mehaaniliselt töödelda ja kus keemilised protsessid peavad kulgema personali järelevalveta.

Automaattehas on loodud andekate inseneride kollektiivi poolt, kes kaua ja visalt on töötanud metallitöötlemise automatiseerimise idee kallal. Tööde juhatajad V. I. Dikušin, A. P. Vladzijeovski, A. G. Gavrušin, J. G. Aleksejev, A. A. Levin, A. J. Prokopovitš ja teised Metallilõikepinkide Eksperimentaalse Teadusliku Uurimise Instituudi töötajad, tehase «Stankokonstruktsija» ning paljude teiste teadusliku uurimise organisatsioonide ja tehaste töötajad said 1951. a.

Stalini preemia tootmisprotsesside kompleksse automatiseerimise põhimõtete lahendamise eest masinaehituses, kolbide automaattehase projekteerimise ja tootmisprotsessi väljatöötamise eest.

*

Selle tehase masinate ja pinkide töötamine on imestusväärne. Automaattehase ühest otsast lähevad sisse alumiiniumikangid, teisest otsast tulevad välja määritud ja korralikult karpidesse pakitud autokolvid. Näib, et kõige raskem oli valmistada kõiki neid üksikuid «tarku» masinaid ja pinke.

Tegelikult esinesid pearaskused selles, et sundida üksikuid masinaid ja pinke töötama ühtse organismina ja kõrgete ökonoomsete näitajatega. Seda õnnestus teostada ainult selle tõttu, et meie maal olid välja töötatud kõige erinevamate tootmisprotsesside automatiseerimiseks vajalike masinate projekteerimise ja ekspluateerimise teaduslikud alused.

Iga masin ja iga pink, mis töötab automaatselt, peab mitte ainult asendama tavalist ekspluatatsioonipersonali poolt teenindatavat seadist, vaid olema ka kvalitatiivselt teistsugune: mitmekordselt vähendama ajakulu, põhi- ja abimaterjalide kulu jne.

Automaattehase mehaanikaosakond koosneb viieteistkümnest pingist ja agregaadist. Selle osakonna projekteerijad pidid väga suure täpsusega arvestama iga «piciasja». Tavalise pingi kümneminutiline seisak vahetuse jooksul jääb kümneminutiliseks seisakuks. Automaattehase mehaanikaosakonna mingi pingi sama pikk seisak muutub aga 150-minutiseks seisakuks, kuna tegevuseta jäävad kõik 15 pinki. Kui tavalisel pingil võib lõiketera vahetada 2—3 tunni tagant, siis pingil, mis töötab automaattehase osana, kutsuks tera selline kiire kulumine esile täiesti lubamatu ajakao. Seepärast kasutatakse automaattehases terasid, mis võivad töötada pidevalt 16 ja rohkem tundi.

Selleks, et kas või osaliseltki iseloomustada raskusi, mis esinevad automaattehase konstrueerijatel, võib märkida, et seal töötab automaatselt 34 liiki lõikeinstrumente. Üheaegselt töötab 140 lõikeinstrumenti, 10 lihvimisketast ja neli viimistlemispead. Et vähesed inimesed võiksid kiiresti toime tulla kogu nende lõiketerade, hõõritsate jne. hulgaga, on tehases pinkidele ette nähtud vastavad vahetatavad tera-

hoidjad, mida vajaduse korral on võimalik indikaatoritega varustatud erirakiste abil kiiresti paigaldada.

Toode, mis läbib rea pinke, peab iga operatsiooniga saama omamoodi «täpsuse tagavara», s. t. — muutuma mõõtudelt täpsemaks kui tavalisel viisil toodetavad kolvid. Siis järgmiste operatsioonide ebatäpsus, mis kompenseeritakse eelmiste operatsioonide suurema täpsusega, ei põhjusta praaki. Selle tulemusena toodab automaattehas ainult esimese sordi kolbe.

Allutatuna kindlale rütmile töötavad automaattehas masinad ja pingid sellise kiirusega, mis ei oleks mõeldav nende teenindamisel inimese poolt. Automaattehasi tootlikkus on peaaegu 9 korda suurem kui parematel massilise tootmisega tehastel. Siin saab läbi 6 korda väiksema arvu korrastajate ja operaatoritega kui sama tootlikkusega tavalises ettevõttes. Kadude vähenemine ja teenindava personali väike arv on põhjuseks, et automaattehasi toodete omahind on väiksem kui kõige paremate majanduslike näitajatega tavalises ettevõttes.

Automaattehas koosneb põhiliselt üheks liidetud valu-termilisest tsehhist ja mehaanikatsehhist. See kahe erineva tööstusharu kombinatsioon ei olnud lihtne ülesanne. Oli vaja täpselt kooskõlastada nende osakondade töörytm. Olles tihedalt seotud, peavad nad samal ajal suutma töötada ka iseseisvalt, mitte limiteerides vastastikku üksteise tööd.

Selle ülesande teravmeelse lahendusena kasutatakse punkreid, kuhu koguneb teatav arv kolbe, mis antakse edasi vajaduse järgi. Esimene punker asub valu-termilise ja mehaanikaosakonna vahel. Valu-termiline osakond töötab kolmes vahetuses, kuna selle seisajätmine oleks agregaatide jahutamise tõttu ebaratsionaalne. Mehaanikaosakond töötab kahes vahetuses. Esimene punker on määratud vahetuste vaheaja kompenseerimiseks — sinna koguneb ülejääk. Kaks teist punkrit on ette nähtud pinkide varustamiseks kolbidega avarii puhul kõrvalosakonnas. Need punkrid võimaldavad jätkata tööd 1—2,5 tundi.

Kõige suuremad raskused tuli lahendada valu-termilises osakonnas. Mitte kuskil maailmas pole seni tehtud katset automatiseerida sulatamis-, valu-, karastamis- ja noolutamisprotsesse. Arvati, et selles osas on inimese käsi ja silm asendamatud.

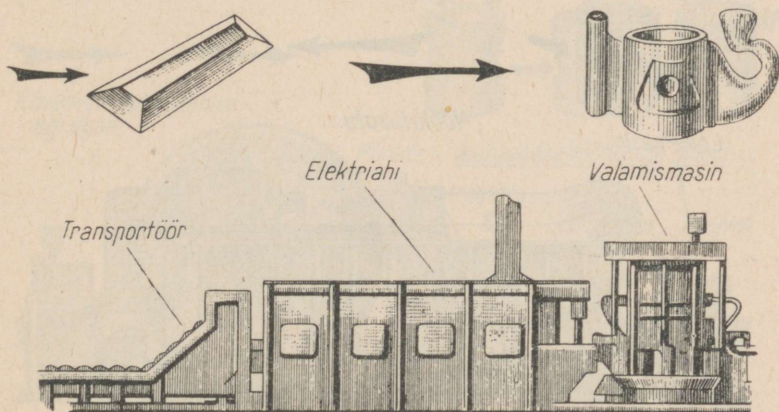
Tulevase kolvi teekond algab metalli viimisega sulatusahju, mis näib täiesti lihtsa ülesandena aeglaselt liikuval

tavalisele konveierile. Siinjuures on vaja aga täpset arvestust ja automaatikat: iga metallikogus tuleb viia ahju ainult siis, kui ahjul on selleks vajadus, kui on juba sulanud varem sisseviidud metallitükid. Ahju kõrval asub mehaanilise sisseandmise pult nagu valvur. Väljastpoolt on näha ainult nupud, mitmevärvilised signaaltuled ja pealkirjad: «käivitamine», «stopp», «korrastus»... Puldi sees asuvad keerulised elektromehaanilised seadmed, mis jälgivad alumiiniumi kandva roomikkonveieri lülide liikumist.

Ahju juures asub eriline vaatleja, mis peab metalli soovitava kvaliteedi kindlustamiseks täpselt reguleerima atmosfääri ja temperatuuri. Ahjus on viis temperatuuritsooni, mida jälgivad termopaarid. Kuumutamiseks lastakse tugev elektrivool läbi «metallspiraalide». Viimastel on väga vähe sarnasust tavalise elektripliidi spiraaliga. Nad on massiivsed ja vajavad väga tugevat voolu selleks, et hakata helendama. Elektriline takistusahi on «puhas» ja kergesti automatiseeritav kuumendusseade. Seepärast kasutataksegi teda automaattehases alumiiniumi sulatamiseks.

Kui ahi on sisse lülitatud, täidetud ja metall sulanud, saabub üks raskemaid momente — metalli automaatne valamine vormidesse.

Kõigepealt tuli lahendada doseerimine. Ahjust tulekindlat renni mööda välja voolava vedela alumiiniumi helendavat juga reguleeritakse erilise nõelaga, mille liikumisega avatakse või suletakse metalljoa tee. Metallidoseerimise teos-



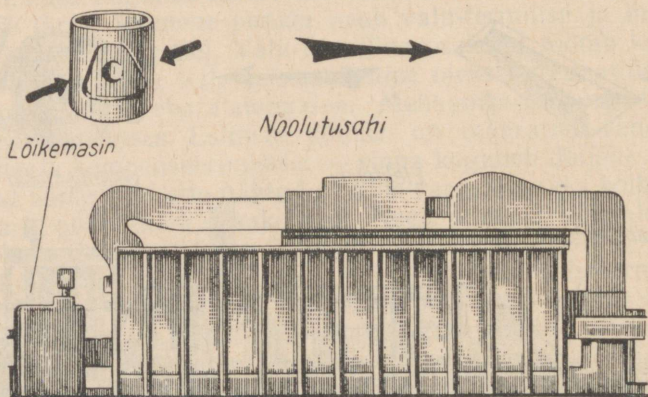
tamiseks kasutatakse kõige täpsemat aparati — elektron-ajareled.

Nõela liikumine on tehtud sõltuvaks igast uuest vormist, mis asetatakse alumiiniumijoa alla.

Valamismasinale ülesseatud kuus vormi pöörlevad nagu karussellil, kuid mitte pidevalt vaid perioodiliste peatustega. Kui kolm vormi on täis valatud, tuleb «ümberistumine»: esimesele vormile äntakse uus liikumissuund, kuna metall on jõudnud juba küllaldaselt hanguda.

Vorm on valmistatud metallist ja seda nimetatakse «kokiliks». See avaneb nagu konnakarp ja «metallkäsi» võtab sealt välja alles kuuma valueseme ning annab edasi tööpingile valukanalite äralõikamiseks. Palju raskusi valmistas konstruktoritele kuuma ja võrdlemisi pehme eseme valukanalite äralõikamise automatiseerimine. Selleks oli vaja luua erilised freesid, mis töötaksid rasketes temperatuuritingimustes ja ei rikuks alles pehmet metalli. Kõrvaldatavad valukanalid, mis juhatakse freespingi linttransportöörile, on võrdlemisi suured metallitükid, mida võib võrrelda peaaegu kolvi enesega. Freespingi juures langevad äralõigatavad tükid kraaptransportöörile, mis viib nad tagasi ahju.

Osakonda, mida me järgmisena vaatleme, nimetatakse valu-termiliseks, kuna seal viiakse läbi peale valamise veel kolbide soojuslik töötlemine. Järsk jahutamine on automootori rasketes tingimustes töötava metallvalu kurjemaks vaenlaseks. Et kindlustada kolvi tugevust ja samal ajal küllaldast elastsust, tuleb valueset hoida kuus tundi kahesaja-



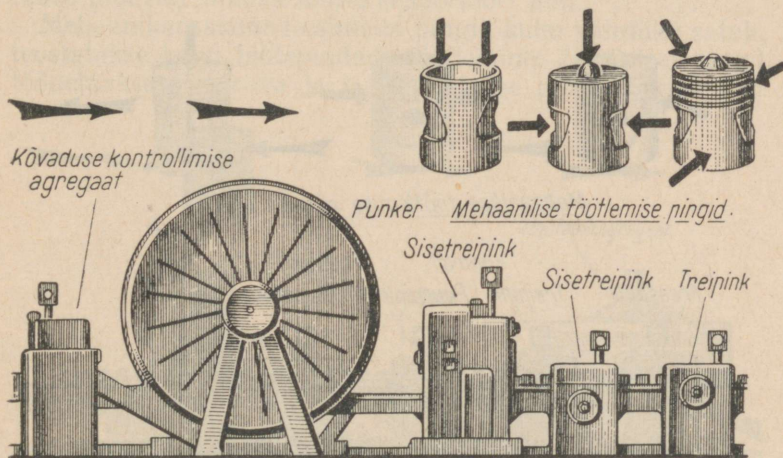
kraadises temperatuuris. Alles siis omandavad alumiiniumi kristallid kolvile vajaliku struktuuri.

Iga kolvi kuuetunnine hoidmine ühes kohas osutub praktiliselt võimalikuks ainult sel teel, et kasutatakse mahukat noolutusahju. Seal asub korraga nii palju kolbe, et üksiku valutüki edasiliikumine ei häiri soovivat jahtumist.

Noolutusahjust väljub valuese küllaldaselt jahtununa, mis võimaldab määrata, kas selle kõvadus vastab normidele. Selleks katseks ettenähtud automaatpress haarab järjekorras kõiki valuesemeid ja surub neid erilise kuulikesega. Kuulike surutakse metalli murdosa millimeetrit, millele reageerib kontrollseadeldis. Toorkolvid, mis oma kõvaduse poolest ei vasta nõuetele, langevad praagipunkrisse, kust nad juhitakse tagasi ahju. Valutükid, mis lastakse läbi kontrollivast automaatpressist, kogutakse hiiglasuurde trumlikujulisse punkrisse. See kujutab enesest valu-termilise ja mehaanikaosakonna pideva ja tiheda ühendamise probleemi lahendit.

Valu-termiline osakond võib seega valmistada esemeid sõltumatult mehaanikaosakonnast. Analoogselt fotoaparaadi kassetiga võib valueseme «kassett» igal momendil asetuda kohale ja anda kolvi edasi mehaanikaosakonna pinkidele.

Mehaanikaosakonnas on kõikjal tarvilik eseme kindel haaramine, et liini mööda liikuv valuese töötlemiseks ja erilisteks kontrollimisteks vajalikkude peatuste ajal ootamatult oma asendit ei muudaks. See saavutatakse pingiliini



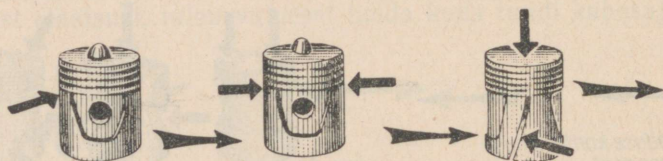
juures asuva transportkangi ja -plaatide abil, mis libisevad piki pinkide vahele asetatud liikumatut roobast.

Transportkang liigub kirjutusmasina võllina edasi-tagasi ainult 560 mm ja pöörduv 45° nurga võrra kord ühele, kord teisele poole. «Lipukesteks» nimetatavad poolümmargused käpad kangi teatavates kohtades haaravad transportplaate ja sunnivad neid libisema piki roobast.

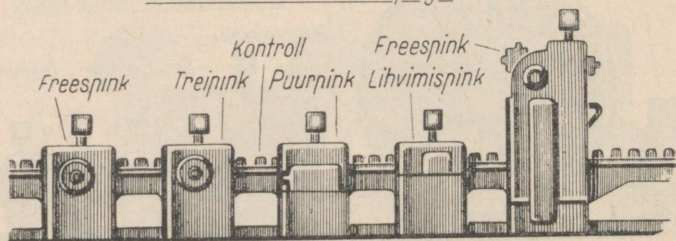
Enne kolvi haaramist on kangi lipukesed üleval. Edasi nad pöörduvad, haaravad neli plaati kolbidega, mille järel kang edasi liigub. Kui kolb asetub töötlemiseks vajalikku kohta, pöörab kang lipukesed üles ja taganeb. Kangi kõik liikumised teostatakse kahe hüdraulilise silindri abil, mille kolvivardad on ühenduses kangiga. Transportplaadid seatakse tööasendisse erilise lameda surveeadisega, mis paneb liikuma samuti hüdrauliliste silindrite poolt. Kui töötlemine pingil nõuab kolvi pöörämist, kasutatakse erilist mehhanismi, mis pärast operatsiooni pöörab fikseeriva seadise vastavasse asendisse, et plaat võiks piki juhtroobast edasi liikuda.

Kolb on automaattehases sattunud just nagu tuleviku tehnika maailma. Ta rändab masina juurest masina juurde ja pingi juurest pingi juurde seninägemata tingimustes.

Automaattehase loojatele oli kõige raskemaks probleemiks kindla sideme tagamine täiesti erinevaid operatsioone teostavate pinkide vahel, mis vajavad kõige peenemaid puure,



Mehaanilise töötlemise pingid:



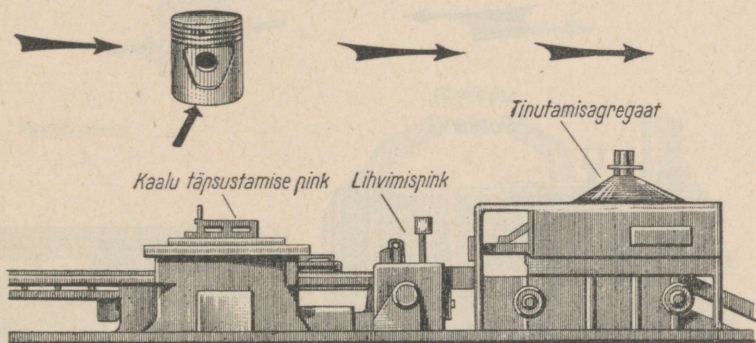
freese, lõiketerasid või suure läbimõõduga abrasiivainest kettaid.

On vähe sellest, et juhtida kolb ühe pingi juurest teise juurde. Edasiliikumist tuleb teostada ettevaatlikult. Tuleb kindlustada, et teda seejuures ei kriimustataks ega muljutaks. Kolb peab liikuma kord sirgjooneliselt, kord pöörlema ja aeg-ajalt sõna tõsisel mõttes sukelduma tinutamislahusesse. Kolvid liiguvad nelja- või kahekaupa ning seejärel reastikku. Neid pööratakse küljeli ja asetatakse uuesti püstseisu. Transportplaadile paigaldatakse kolb automaathaamri tugevate löökidega.

Mida lähemale lõpule jõuab töö, seda «õrnemalt» tuleb käituda kolviga. Tinutamismasinas kolvid pöörlevad, laskuvad ja tõusevad, milline liikumine hämmastava sarnasusega meenutab ettevaatliku meistri käe liikumist. Kolvi haaravad täpselt sobitatud pakid, mis sarnanevad võimsate käelabade, ja toodet viimasteks operatsioonideks edasi andvad pehmed transportlindid väldivad täielikult praagi tekkimist kolvi üleandmisel pingilt pingile.

Kolvide automaatne transporteerimine loetletud seadistega on võimalik ainult tingimusel, et kolvide teel pingilt pingile ja töötlemiskohtades puuduksid laastud. Selleks eemaldatakse töötlemisel tekkivad laastud pinkide alustes olevate akende kaudu koos jahutusveega. Laastud kukuvad piki liini pinkide all asuvasse kanalisse, kust nad ära juhitakse pidevalt liikuva kett-transportööri abil.

Mehaanikaosakonna esimesel pingil, kuhu valutükk satub, teostatakse kolvi lähtepindade töötlemine. Järgmisel pingil töödeldakse sõrmeava ja tsentreeritakse põhi. Sõrme abil



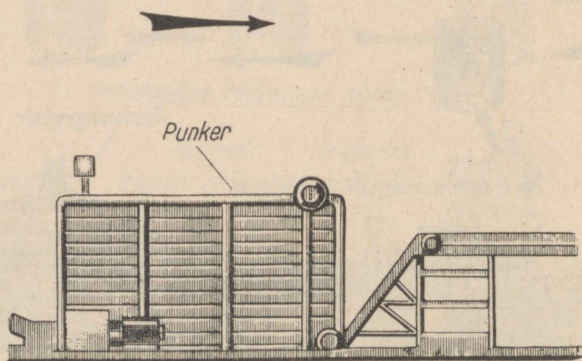
kinnitatakse kolb kepsu külge. Kolmas pink liinil teostab kolvi kogu pinna esialgse treimise, põhja ja rõngasoonte lõikamise.

Viiendal pingil toimub lõplik treimine ja rõngasoonte kalibreerimine. Rõngasoonte laiust kontrollitakse automaatselt vastavate kaliibrite abil. Kui laius erineb vajalikust rohkem kui lubatud, annab kaliibritega sidestatud elektrimehanism signaali ja peatab transportkangi. Praagi eemaldamine toimub viivitamatult. Kui kõik on normaalne, liigub kolb edasi kümne väikese õliava puurimise pingile.

Kümne väikese augu puurimine kolvi pinna erinevatesse kohtadesse on väga raske ülesanne. Selle operatsiooni teostamiseks on pink varustatud jaotusmehhanismiga, mis äärmiselt täpselt ja kindlas järjekorras pöörab avade puurimiseks plaati koos kolviga varem kindlaks määratud nurkade võrra. Algul puuritakse kaks auku üheaegselt, siis teostatakse järjekorras kuue augu puurimine ühelt poolt ja lõpuks kahe augu üheaegne puurimine kahelt poolt.

Seejärel juhitakse kolvid mõõteriista, mis kontrollib kõikide ettenähtud aukude olemasolu. See teostatakse kompajaga, mis peab sattuma aukudesse. Kui kompaja satub kolvi antud punktis metallile, tähendab see, et töötlemisel esineb praak. Seejuures vallandub signaal, mis kuulutab, et vajatakse inimese abi. Transportkang jääb seisma.

Seitsmes on lihvimispink. Sellel teostatakse kolvi esialgne lihvimine. Lihvimisketta mõõtmed, selle horisontaalasend ja muud lihvimispingi iseärasused, nagu selgus, mõjutasid oluliselt automaatliini gabariite ja kutsusid esile mitmesuguseid raskusi kindla sideme loomisel pinkide vahel. Sel-



leks, et monteerida lihvimispinki automaatliini, tuli kasutada ebatavalist lahendust: lihvida üheaegselt kaht naaberdetaili ühe lihvimiskettaga selle vertikaalasendis.

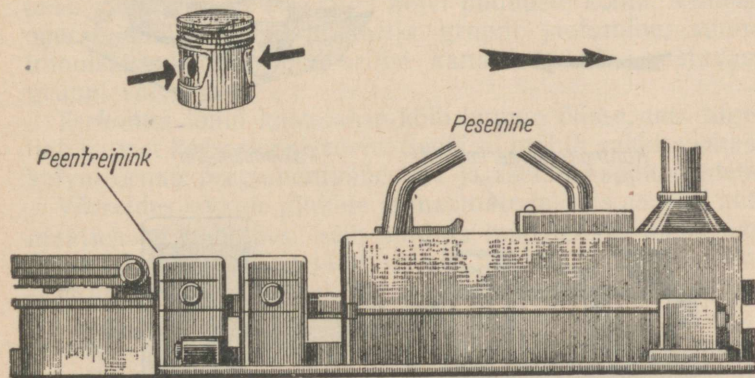
Kaheksandal pingil lõigatakse ära tsentreerimistugi ja kolvi liugpinnale freesitakse kaldsoon, mis suurendab kolvi elastsust automootori silindris töötamisel.

Siin toimub kolbide uus «ümberistumine» ja nende liikumise tagasisuunamine.

Pinkide alla, peaaegu põranda tasapinna kõrgusele on monteeritud transportplaate tagasi suunav liikumatu roobas. Side ülemise ja alumise juhtroopa vahel saavutatakse kahe pneumaatiliselt tõstetava lauakese abil. Kui neli kolbi pärast kaldsoone freesimist jõuavad teise lauakeseni, suundub kolb oma rõngasoontega erilisse raami, mis asub lauakese kohal. Seejärel laskub lauake koos transportplaatidega alla kuni alumise juhtroopani. Hüdrauliline tõukur viib plaadid roopal edasi kuni automaatliini alguses alla lastud ja ootava lauakeseni. Seal tõusevad plaadid ülemisele juhtroopale. Sellise seadeldise tõttu teostub automaattehase teenindamine võrdlemisi väikese arvu transportplaatidega.

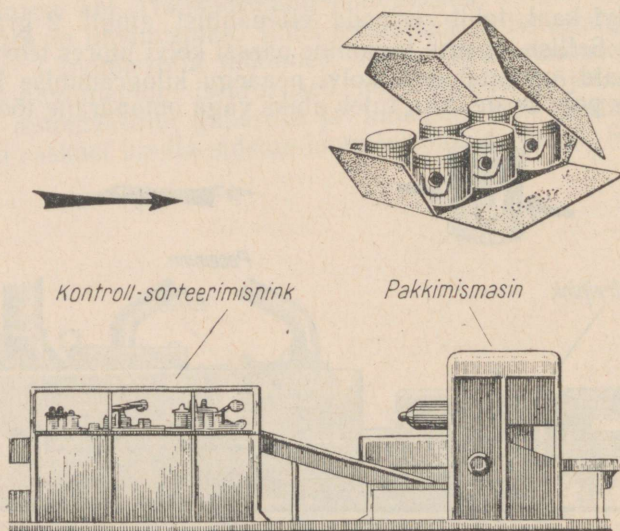
Neli raamil ripuvat kolbi põrkavad kokku järgmise neljaga, mis antakse ette transportkangi järjekordse liigutusega. Kolvid langevad vastavale transporttöörile ja suunduvad automaati, mis annab neile õige kaalu.

Kolvi kaal tohib erineda ettenähtust ainult 2 grammi võrra. Sellise täpsuse tagamine pärast kolvi juures teostatud arvukaid operatsioone kolvi peaaegu kilogrammise kaalu juures pole kerge. Siin tuleb abiks väga omapärane tööpink,



mida võib nimetada tööpingiks-kaaluks, kuna seal toimub kolvide kaalumine ja samaaegne töötlemine. Igal kolvil on tehnoloogilist lisametalli, mille tõttu kolb on ettenähtust raskem. Pingi ülesandeks on ära lõigata see lisametall ja viia kolvi kaal nõutavatesse piiridesse. Pinki nimetatakse viieoperatsiooniliseks, kuna seal teostatakse viis erinevat operatsiooni. Alul surutakse kaks kolbi nende töötlemiseks vajalikkudesse kinnitajatesse. Seejärel toimub lisametalli mahatreimine ja faaside mahalõikamine. Järgmise operatsiooniga vabastatakse kinnitajad ja mõlemad kolvid asetatakse kaalukausile. Kaalutud kolvid surutakse uuesti kinnitajate vahele ja töödeldakse uuesti, kuni kaalu erinevus ei ületa 2 grammi. Viienda operatsiooniga asetatakse kaks kolbi taldrikukesele, mis pöördub kummuli ja heidab kolvid vastavale kaldpinnale. Sealt suunduvad kolvid üksteise järel tsentriteta lihvimispingile, kus teostatakse kolvi välispinna ja kolme soonekese lõplik lihvimine.

Seejärel asub kolvide teel masin, mis just nagu kriipsutab alla, et automaattehase loomisest on osa võtnud mitmesuguste erialadega inimeste kollektiiv. Seal toimub kolvide tinutamine, milleks on vaja suurt tähelepanu ja teravat silma. Kattekiht peab olema kindla paksusega. Selleks, et vältida praaki, tuleb hoolikalt jälgida tinutamislahuse koos-



tist ja kindlustada, et see ei muutuks. Keemilist kontrolli teostavad siin samuti automaadid, mis reageerivad ionide hulga lahuses.

Kolvi töötlemise viimaseks operatsiooniks on sõrmeava ja sõrme väljatulekut takistavate lukusoonte peentreimine, mis teostatakse vastaval pingil. See sarnaneb juveliiri tööga. Koonilised ja ovaalsed avad ei tohi erineda etaloonseist rohkem kui 3 mikroni võrra. Seega on lubatav erinevus ainult kolm tuhandikku millimeetrit.

Kolb on valmis! Kuid mis teha siis, kui vaatamata kõigile ettevaatusabinõudele on kolvi teekonnal siiski kuskil esinenud praaktööd? Selle selgitamiseks tuleb kolbi veel kord katsetada ja ühtlasi kindlaks määrata kvaliteet, kindlaks teha sort, millesse kuulub antud kolb.

Kontroll-sorteerimismasin, kus see teostatakse, näib imeilise, fantastilise masinana. See on hoolikalt kaetud läbiipaistva kestaga. Operatsioonid, mis toimuvad kontroll-sorteerimismasinas ilma inimese vahelesegamiseta, on arvukad. Seal määratakse, kas kolb pole lubatust rohkem kooniline, kas augud on risti teljega ja kas nad on põhjast õigel kaugusel. Täpselt uuritakse sõrmeava läbimõõtu ja koonilisust. Mõõdetakse kolvi alaosa diameeter ja augutelgede ühtelangvus kolvis. Kolb margistatakse mõõtmiste tulemuste kohaselt, määratakse kindlaks sort ja tehakse värviga vastav märk, mis hõlbustab mootori monteerija tööd.

Samaaegselt automaadi poolt teostatavate mõõteoperatsioonidega antakse vastavaid elektrilisi impulsse, mis koondatakse impulsside kogujasse — «trahviraamatusse». See peab automaatselt arvet iga kolvi puuduste kohta. Viimasel operatsioonil, milleks on nelja gruppi jaotamine, suunab impulsside koguja kolvi erilist kanalit mööda vastavasse gruppi või praaki.

Teekonna lõpul kastetakse kolb kuuma õlisse, mis tugevdab kaitset korrosiooni vastu. Seejärel mähib pakkimismasin kolvid õrnalt pergamentpaberisse ja asetab pappkarpidesse.

Võrreldes kõikide pinkide ja masinatega, mis asuvad automaattehase tsehkhides, näib puldiga laud tehase lõpus väga tagasihoidlikuna. Tegelikult on see dispetšeri pult — tehase peaaaju. Kolvi kogu teekond teostub dispetšeri silme ees. Valgussignaalid näitavad, kuidas toimub ahju, pinkide ja masinate töö. Dispetšer näeb kohe, kus tekkis seisak, murdumine või kus on vaja korrastaja kiiret abi. Mõõtjad, mis asuvad siinsamas, näitavad, kui palju on valatud kolbe, kui

paljud on välja praagitud mittevastava kõvaduse tõttu, kui palju detaile on mehaaniliselt töödeldud, kui palju kõlblikke kolbe on antud kontroll-sorteerimisautomaati ja kui palju on pakitud. Puldi ees istuv inimene näeb kogu tehase tööd ja võib iga moment seda mõjutada.

*

Automaattehas kujutab endast imepärast vaatepilti. Ahi näib võimsa kuubina. Ühelt pingilt teisele antakse valutükid, mis muutuvad lõpuks valmis kolbideks. Need pakitakse karpidesse, mis suletakse kleepuva lindiga. Puuduvad valajad oma klaaside ja prillidega, puuduvad töölised rinnataskutest väljapaistvate moodsustadega, puuduvad range ilmega kontrollametnikud ja puuduvad nobedad pakkijad.

Kui äkki kuskil avastad ühe või paar inimest, kes teevad oma tööd, ei tundu usutavana, et nimelt nendest inimestest sõltub kogu automaattehase normaalne töö.

Piki kogu tehast asub kõrgel tööpinkide kohal tulede rida. Kui kõik kulgeb normaalselt, põlevad tuled kahvatupunaselt. Kui aga tekib mingi häire, sütib erepunane avariituli, mis nõuab korrastajat. Viimased tunnevad oma tööd niivõrd hästi, et häiriv punane signaal sütib väga harva. Masinaid või pinke teenindava inimese kõrv peab kohe eraldama esimesi «kriiksumisi», enne kui need muutuvad «kõhimiseks».

Automaattehases töötavad ainult kõrge kvalifikatsiooniga töölised, kes oskavad kiiresti kõrvaldada igasuguseid rikkeid. Seejuures on neil aga tööd äärmiselt vähe, kuna automaattehase on tuleviku tehase eeskujud, kus masinad teevad kõik töö inimese eest.

Võime endale ette kujutada hiiglasuuri, heledasti valgustatud tehasehalle, kus täielikult puuduvad inimesed. Nendes hallides valmistatavad detailid voolavad kogumishalli, kus neist automaatselt monteeritakse masinaid. Järjest rohkem ja rohkem kasutamist leiab elektrontechnika, mis võimaldab inimesel vabaneda kõige keerukamate seadmete töö jälgimisest, lubab eeldada, et kõik operatsioonid kuni valmimasina toimetamiseni lattu tehakse ilma tööliste, meistrite ja inseneride otsese osavõtuta.

Imeväärsed automaattehased loodi esimestena maailmas meie maal. See ei võinudki olla teisiti, kuna maal, mis sammub kommunismile, juhindub inimgeenius sellest, et võimalikult kergendada füüsilist tööd, muuta see rõõmuks ja naudinguks.

AUTOMAATNE VEDURIJUHT

Insener S. Klementjev

Lendurite käsutuses on laialt-tarvitatavad ning juba ammu tuntud automaadid, niinimetatud automaatpiloodid.

Ka vedurijuhtidele võib appi tulla automaatne aparaat, mis jälgib kogu veduri tegevust ja võtab selle juhtimise endale. Väike aparaat, mis oma välimuselt meenutab heli üleskirjutamise seadist, jäädvustab vedurijuhi eeskujuliku töö täielikult ja laitmatult kinolindile — kõik selle, mida vedurijuht on suuteline välja pigistama oma vedurist ja milleks vedur üldse on võimeline.

Selles aparaadis liigub kinolint ranges vastavuses rongi poolt ärasõidetud teega. Näiteks kui rong on läbinud oma teest ühe kilomeetri, on kinolint nihkunud edasi täpselt ühe meetri.

Väike elektrilamp heidab lindile kitsa valguskiirtekimbu. See jätab lindile joone, millel on fikseeritud kõik kõrvalekaldumised rongi antud kiirusest. Kui rong liigub normaalselt, ühtlaselt, siis suundub joon piki linti sirgjooneliselt; sõidukiiruse vähenedes või suurenedes kõverdub joon lindil üles või alla.

Vile, mille vedurijuht annab enne ülesõidukohta, jäädvustatakse lindile erilise punkteeritud joonena. Lindile jäävad jäljed kõigist rongi liikumise režiimidest antud teelõigust, samuti kõigi mehhanismide tegevusest, mida vedurijuht juhtis.

Vedurijuht paigutab lindi hiljem erilisse automaatsesse aparaati veduril, lülib sisse automaatse juhtimiseadise lihtsa nupule vajutamiselega, ja vedur kordab täpselt kõike, mis lindile on märgitud.

Valguskiir roomab piki lindile fotografeeritud läbipaistvaid jooni ja, läbides neid, sunnib fotoelemente mõjutama väikesi elektrimootoreid, niinimetatud servomootoreid. Need

lasevad omakorda vedurijuhi vähemagi vahelesegamiseta käiku veduri mehhanismid, pööravad kange ja käepidemeid ning kindlustavad vedurile antud kiirusegraafiku ja töörežiimi vääramatu täitmise.

Automaadi vähimagi rikke korral läheb rongi juhtimine silmapilkselt üle vedurijuhile.

Kuidas kulgeb automaatse vedurijuhi töö?

Lindile valgust heitev elektrilamp on silindrikujuline. Ta meenutab sofitllampe kaupluste vaateakendel. See lamp asub vastu vertikaalse ekraani pilu, lindi liikumistasapinnaga rööbiti.

Kui rong sõidab graafikukohase kiirusega, siis valguskiir, läbides kinolindi läbipaistvat joont, langeb ekraani horisontaalse paneeli otsale ega satu fotoelementidele.

Kinolindile fikseeritud joone kaldumisel üles, mis tähendab rongi kiiruse suurenemist, satub lambi valguskiir fotoelemendile, mis on paigutatud ekraanist kõrgemale. Joone kaldumisel allapoole mõjustab valgus alumist fotoelementi.

Valguse toimel tekib fotoelemendis nõrk elektrivool. Raadiolampide või tiratroonide poolt kümned tuhanded korrad võimendatud elektrivool paneb tööle rele. Rele lülib sisse servomootori, mis tiguajami kaudu nihutab omakorda vankrit.

Vanker on automaadi süda. Tal on mitu fotoelementi. Ühed neist panevad vankri liikuma üles ja alla, millest oleb veduri kiiruse muutmine.

Kaks teist fotoelementi reguleerivad aurumasina silindresse tungiva auru hulka.

Servomootor pöörab sujuvalt regulaatori hooba ja, jätkates pöörlemist, hoiab selle vajalikus asendis, seni kuni rong saavutab nõutava liikumiskiiruse.

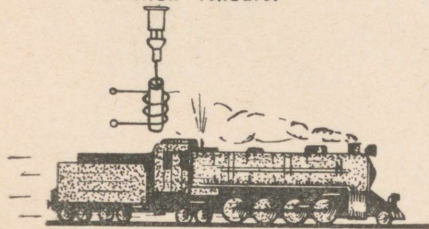
Niipea, kui see on toimunud, valguskiir, läbinud kiirusenäitaja läbipaistmatu skaala spiraalse väljalõike, satub ekraani otsale ja vanker jääb seisma (kiirusenäitajal pöörduvad mitte osuti, vaid skaala). Kinolindi liikumist kontrollib lakkamatult eriline seadis aparaadis; see seadis, koosnedes diferentsiaalset, mõnest releest ja reversiivsest servomootorist, korrigeerib lindi liikumist, kui see ei vasta rongi kiirusele.

Kui rong sõidab pärimäge ja pärast auru mahavõtmist liigub inertsitõttu vajalikest kiiremini, lülituvad pidurid automaatselt tegevusse.

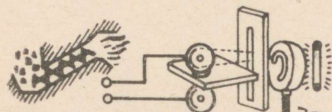
On teada, et veduri regulaatorite juhtimisprotsessid eri-



Ultraheki-lokaator



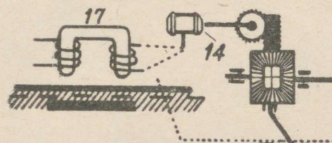
Automaatvile



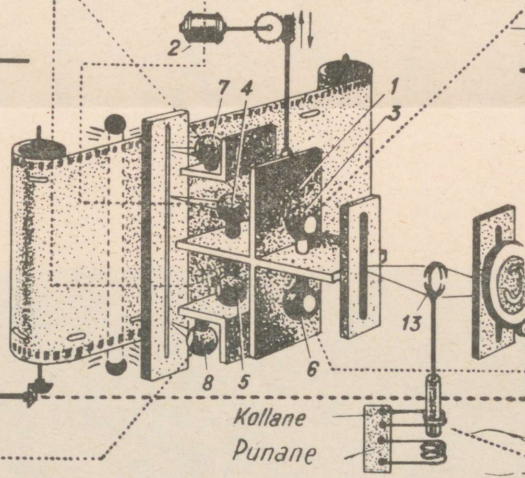
Automaatne küija



Automaatliivakast



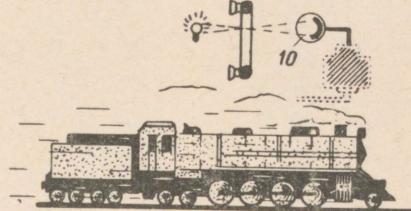
Automaatne lindi nihkumise korrigeerija



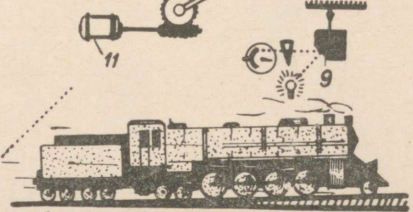
Kallane
Punane



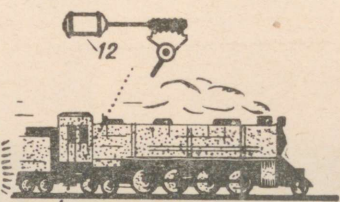
Laagrite ülekuumenemise signaalseeriija



Automaatne veelaseme reguleerija



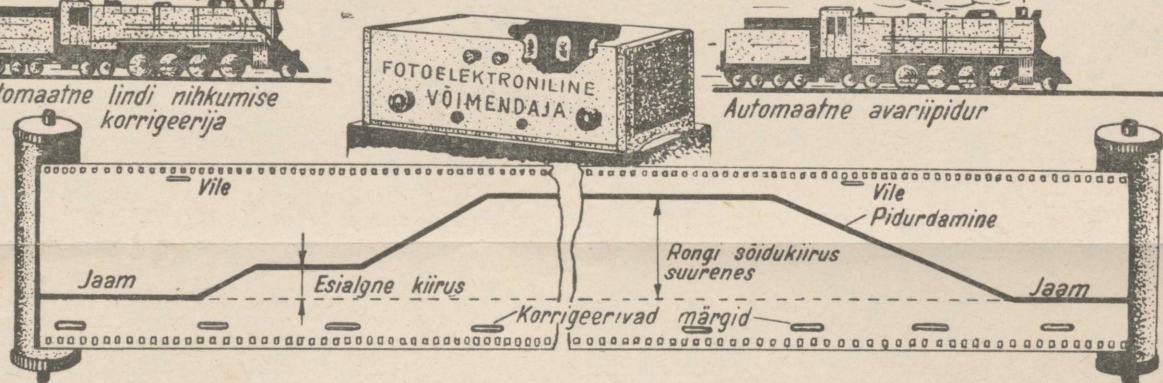
Automaatne auru juhtimine



Automaatpidur



Automaatne avariipidur



Joonise keskel on kujutatud automaatse vedurijuhi fotoelektroniline programm-regulaator. Liikuv vankrike 1, mis koosneb kahest vastastikkülv perpendikulaarsest ekraanist, võib servomootori 2 poolt pööratava tiguülekande abil nihkuda üles või alla. Servomootori lülitavad sisse releed, mis asuvad fotoelektronilises võimendajas, ja ta paigaldab vankrike alati sellisesse asendisse, mille puhul fotoelementid 3, 4, 5 ja 6 on varjatud. Võimendajas asuvad releed panevad tööle servomootori 11, auru reguleerimise hoovad ja servomootori 12, mis käitab piduri. Eriline fotoelektroniline seadis reguleerib auru rõhku katlas (automaatne küija). Fotoelement 7 juhib vilet, fotoelement 8 kooskõlastab filmilindi liikumist läbisõidetud teega, arvestades seejuures võimalikku veduri veorataste libisemist. Täiendav korrigeeriv magnetiline seadis 17, mis on samuti ühendatud võimendajaga, mõjutab servomootorit 14, mis kiirendab või aeglustab filmilindi liikumist vastavalt tegelikult läbisõidetud teele. Automaatne avariipidur (paremal all) lülitub sisse teiste fotoelementide abil (joonisel ei ole neid näidatud) punase signaali mõjul. Seejuures langetab elektromagnet järsult läätse 13, mis kontsentreerib veduri kiirusenäitaja lambi valgust. Tänu sellele tabab valgus fotoelementi 6, mis rakendab tegevusse automaatse piduri. Spetsiaalne pendelseadis (kallakumõõtja) sellele kinnitatud peegliga 9 reguleerib auru. Veelaseme langemisel katlas lülitab fotoelement 10 sisse inžektori. Eriline aparaat 15 signaalseerib laagrite ülekuumenemist. Teine aparaat (joonisel vasakul ülal) signaalseerib takistustest teel. Automaat-liivakast 16 puistab rööbastele liiva rataste libisemise korral.

nevad: vedurijuht pöörab käsitsijuhtimisel tee tõusu puhul auru juhthooba rohkem või vähem, vastavalt tõusunurgale.

Sedasama teeb ka automaat. Selleks on seadis, mida nimetatakse kallakumõõtjaks. Vastavalt tee kallakusele muutub kallakumõõtja pöördenurk ning valgus satub kas täielikult või osaliselt fotoelemendile, mis juhib auruandmishoova liikumist. Mida suurem on tee kallak, seda suurema nurga all pöörduv valguskiir, peegeldudes kallakumõõtjale kinnitatud peeglist. Ja mida rohkem või vähem valgust satub fotoelemendile, seda tugevam või nõrgem on servomootori ergutusmähise toitevool. Servomootori pöörete kiirusest oleb aga aururegulaatori tegevus.

Automaat kindlustab veduri töö haruldase täpsuse, kuna vedurijuht, töötades hoobade ja käepidemetega, juhindub selliseist ebatäpseist tegureist, nagu elukutseline vaist ja ligikaudsed arvestused.

Automaat on eksimatu: mida väiksem on tee tõusunurk, seda vähem kallakumõõtja pöörduv, mis määrab aururegulaatori vastava liikumiskiiruse.

Automaat juhib mitte ainult aururegulaatorit.

Rongi liikumiskiirus on peale selle veel käigumuutiskruvi asendist. Selle juhtimine toimub samuti automaatselt.

Lühikesed läbipaistvad jooned kinolindil on vile koodid. Lambikese valguskiir, läbides kinolindi vastavaid jooni, ergutab fotoelementi, mis sunnib elektromagnetilist mehhanismi sisse lülisma vile. Vile kestvus on tema koodi joone pikkusest kinolindil.

Automaatne vedurijuht — see on keeruline süsteem valvaid abilisi — fotoelemente, millede ülesandeks on veduri teenindamine juht- ja kontrollaparaatidega.

Katla aurusurve automaatseks reguleerimiseks on manomeetril osuti asendatud läbipaistva kõvera joonega läbipaistmatul vilgukivist kettal.

Ketta ette on asetatud vertikaalse piluga varustatud läbipaistmatu raam. Liikuva ketta taga on lambike. Katla aurusurve muutumisel eemaldub valgustäpp silmapilkselt ekraani otsalt ja satub pilu kaudu alumisele või ülemisele fotoelemendile. Fotoelemendi vool, tugevdatud võimendaja poolt, paneb tööle relee, mis avab naftapihustid või käivitab söekühveldamismehhanismid.

Teine automaat jälgib katlas veetaset, ta lüüb sisse inžektori, mis pumpab katlasse vett vajalikul hetkel.

Automaat ei lase katlal jahtuda, ei luba tarviduseta muuta aururuvat, annab õigeaegselt vilet ja hoiatab vedurijuhti, kui veduril või tendril kuumenevad pükslaagrid. Kui veduri veoratas hakkab libisema, kas või $\frac{1}{10}$ ringi, sunnib automaat kohe tegevusse automaatliivakasti.

Punasele valgusfoori signaalile vastab automaat peatamisega, hoiatavale kollasele signaalile aga sõidukiiruse vähendamisega, olenemata sellest, millist kiirust dikteerib graafiku lint.

Automaatne pidurseadis avarii puhuks koosneb sissetõmbuva raudsüdamikuga magnetpoolist. Südamiku külge on kinnitatud optiline lääts, mille kiired koonduvad fotoelektronilise kiirusregulaatori ekraani otsale. Kiiruse vähendamise ja pidurdamise signaalide puudumisel pole südamik tõmbunud magnetpooli, lääts on liikumatu ja kontsentreerib kiirtekimbu ekraani otsale. Kui aga ilmub kollane signaal, tekib pooli mähises vool, südamik tõmbub sisse ja koos temaga laskub alla lääts.

Valguskiir satub alumisele fotoelemendile. See lülib sisse automaatpiduri, ja rongi liikumine aeglustub.

Punase signaali puhul lülituvad sisse kõik magnetpooli sektioonid. Lääts laskub hoopis alla ja pidur peatab rongi.

See aparaat reageerib ka ootamatutele takistustele rongi sõiduteel: karja üleminek rööbastest, tormist murtud puu, mis lamab põiki üle rööbaste, jne. Väikese gabariidiga ultrakustiline lokaator pidurdab sellistel juhtudel rongi viivitamatult.

Teine automaat avastab mõranenud rööpa, näidates täpse kauguse rongist tee defektini, ja paneb ühtlasi viibimata tööle automaatse pidurdamissüsteemi.

ELEKTRINOOT

*Stalini preemia laureaat,
tehniliste teaduste kandidaat M. F. Tšernigin*

Määratu suure kalasaagi annavad meie kodumaa randu ümbritsevad mered ja ookeanid, samuti ka rohkearvulised jõed. Selle tohutu suure rikkuse ümberlaadimine toimub kaks korda. Algul loobitakse kalad noodast laevaruumi, sealt aga hiljem kalavastuvõtupunkti.

Veel alles hiljuti laeti need mitu miljonit tonni kala ümber käsikahvadega. See oli aegaviitev ja raske töö ning paistis silma oma tehniliselt mahajäämuselt. Laevade lossimine ei toimunud õigeaegselt, ning kala üleandmisel töötlemiseks tekkis viivitusi. Täpselt samasugust olukorda võis tähele panna ka rajatagustes kalatööstustes.

Kuid kalatööstuses valitses siis veel visalt vanaisade põline tarkus: «Kala võib ümber laadida ainult käsitsi. Kõik mehaanilised ümberlaadimisseadmed on sellepärast kõlbmatud, et nad kala rikuvad. See aga on muidugi lubamatu...»

Püüe mehhaniseerida kala ümberlaadimist põhjustas paljude mitmesuguste projektide tekkimist. Aga ükski neist projektidest ei olnud suuteline küsimust lahendama. Pärast «kuulsa» saksa firma «Borsig» häbiväärset läbikukkumist, kes aastail 1928—1930 katsetas kala ümberlaadimise mehhaniseerimisega, tekkis välismaistel leiduritel kindel arvamus, et see küsimus on kõva pähkel ja selle lahendamine küsitav.

Majandusmeeste nõupidamisel 1931. a. ütles J. V. Stalin: «Arvata, et meie töötempo ja tootmise ulatuse tingimustes võib toime tulla ilma mehhaniseerimiseta, tähendab loota sellele, et lusikaga võib mere tühjaks tõsta.»

Need meie juhi sõnad juurdusid sügavale minu teadvusse. Ma hakkasin uurima kala lossimise protsesse noota-

dest ja veesõidukeist, asusin selgitama, milliste abinõudega saaks seda rasket tööd mehhaniseerida. Oma eelkäijate kogemuste uurimine ja ebaõnnestunud variantide analüüs viisid mind järeldusele, et kala võib rikkumata lossida ainult koos tema oma keskkonnaga, tähendab — koos veega.

Kuid tavalised pumbad klappide ja kolbidega ilmselt ei kõlba kala pumpamiseks koos veega, sest kalad saavad silindri läbimisel paratamatult suuri vigastusi. Sama saatus tabab kala ka tsentrifugaalpumba ja selle kiirelt liikuva rootori rakendamisel.

Sellest tegin ma järgmise järelduse: kalade ja vee segu ülespumpamiseks on vajalik pump, millel puuduvad liikuvad osad. Tehnikas on niisugused pumbad tuntud — need on õhujugapump ja veejugapump. Kuid selleks otstarbeks ei kõlvanud ka õhujugapump. Aastail 1928—1930 püüdis saksa firma «Borsig» Astrahanis rakendada just õhujugapumpe kala ümberlaadimiseks, kuid teatavasti nurjusid need katsed täielikult. Õhujugapump rikub kala ning on väga keeruka ehitusega.

Jäi üle veejugapump.

Klaasipuhumistöokojas valmistati minu jooniste järgi veejugapumba mudel. Sel ajal õppisin ma Moskva Kalandusinstituudis ning selle instituudi laboratooriumis alustasingi oma katsetusi. Kuid veejuga kiskus väikeste kalade läbilaskmisel mudelpumbast neil pead otsast, purustas kõhud, rebis välja sisikonnad.

Algasid uute meetodite otsingud kalade rikkumise vältimise suunas. Kuuel korral muutsin oma pumba konstruktsiooni, mõõte ja detailide kuju. Seitsmes mudel tõi esimese edu. Überpumpamine ei vigastanud enam väikesi kalakesi, vaid nad jäid isegi ellu.

Poolteist aastat oli kulunud pumbamudelite konstrueerimiseks ja uurimiseks. 1936. a. valisin ma oma diplomprojekti teemaks kalade lossimise mehhaniseerimise. Professor P. A. Sviderski aitas mul leida õige konstruktiivse arvutusmeetodi. Ma arvutasin uue veejugakalapumba ja ehitasin selle peaaegu samal kujul, millisena ta on tuntud praegu.

Ühes kompaktses seadmes on ühendatud: tsentrifugaalpump vee andmiseks düüsi, mootor ja vee eraldaja, milles kalad ja vesi eralduvad kahe joana eri sihis. On ette nähtud ka võimalus kalade ja vee kiireks segamiseks kalalaevas.

Samal 1936. aastal katsetati minu leiutist edukalt Astrahanis.

Samas linnas, kus kunagi saksa firma «Borsig» häbistas oma marki, näitas kodumaine tehnika vastuvaidlematult oma üleolekut välismaisest tehnikast.

Vaatame, kuidas toimub kalalaeva mehaaniline lossimine. Laev randub sadamas. Imevtoru lastakse laevaruumi nii, et tema kalamassi lastud ots oleks veevooliku lähedal, millest voolab vajalik vesi vee ja kalade segu moodustamiseks. Segu imetakse kiiresti torru, satub sealt vee ärajuhtijasse ning edasi transportöörile.

Tööline nihutab aeg-ajalt voolikut, et tugeva joaga ajada kalad imevtorule lähemale. Pärast lossimise lõppu pumbatakse vesi paadist välja.

Edaspidine kalapumba täiendamine laiendas tunduvalt tema rakendamist.

Praegusel ajal on see pump kohaldatud mitte ainult värskete kalade lossimiseks, vaid temaga saab pumbata ka soolakalasad ja transportida kalu vastuvõtupunkti otse noodast.

Hüdraulilised laadijad tulid rahutule Ohoota merele ja Vaiksele (tegelikult küll ainult nime poolest) ookeanile.

Looduslike tingimuste tõttu on Kaug-Idas seisevnootade — nende põhiliste mere-püügiseadmete — tühjendamine raskendatud. Lossida tuleb ulgumerel, sest kogu rannikul peaaegu puuduvad väikesed lahed. Vähe on lahti ka kalakombinaatide piirkondades.

Kalade vastuvõttu takistavad sageli tuulte tekitatud lained, kuid mõnikord katkestab töö säbarlainetus. Need on suured veerjad lained, mis on tekkinud kõrvalt mööduva tormi tagajärjel. Need lained moodustavad sageli ilusa vaikse ilmaga kalda lähedal 40—60 meetri laiuse lainemurru vööndi.

Lastitud kungas¹ ei tohi sel ajal kaldale läheneda. Ta paiskub vett täis, läheb kummuli, puruneb. Alles lainetuse rahunemisel heidetakse paadist kungasele tross. Kaldal olev auruvints kerib terastrossi völli ja tõmbab kungase rannakruusale.

Paat, mida vinnatakse mööda põhja kalavastuvõtukohani kaldal, langeb kiiresti rivist välja: tema kaarpuud hakkavad logisema ja põhi kulub.

¹ Kungas — kohaliku mõnetonnise kalapaadi nimetus. *Tõlk.*

Kõige palavam püügihooaeg, kalaparvede liikumise aeg, kestab Kamtšatkal lühikest aega, kusjuures sel ajal saadav kalasaak ulatub rohkem kui kolmveerandini kogu aasta-plaanist. Mõnegi tunni kaotus sel ajal tähendab kaotada palju kala. Just sellepärast on Kaug-Ida kalatööstuses nii tähtis mehhaniseerimine ja pealegi selline, mis võib töötada häireteta igasugustes meteoroloogilistes tingimustes.

Niisama tähtis oli Kamtšatka kalade lossimise mehhaniseerimine jõelaevadest, sest jõgedest püütakse väga palju kalu, kuid seni puudus seal igasugune mehhaniseerimine.

Esimesed kalapumbaseadmed Kamtšatka rakendati S. M. Kirovi nimelise kalakombinaadi jõesadamas.

Sadam asub jõesuudmele väga lähedal. Kuid meri on rahutu naaber: mõõna ajal taganeb vesi jõesuudmest ja lähedastelt kallastelt. Seepärast ei paigutatud kalapumpa sadamasillale, vaid kungasele, mis asus ankrus laevatee kõige sügavamas kohas. Selle väikese laeva pardalt liiguvad kalad erilist renni mööda kuni transportööri. Järgmise etapina toimub kalade edasitoimetamine koos veega hüdrotransportööri abil ümbertöötamispunkti.

Mõlemad transportöörid kinnitati tugevasti vaiade külge, mis olid rammitud jõepõhja, alates kaldast kuni laevasõiduteeni. Kalalastiga kungased pukseeriti poini, mis oli paigutatud 100 meetri kaugusele kalapumbaseadmest. Paadid vaierdusid poi juures ja libisesid siis üksteise järel pärivett tühjendamisele. Kalalaevastiku kungased liikusid lossimisele piki jõge vee kohale pingule tõmmatud trossi kaudu, mis ühendas poid kungasega, millel asetses kalapump.

... Poi juurest eemaldub esimene kungas. Ta on kalu ääreni täis. Kui ta jõuab kalapumbani, laskub temasse imevvoolik.

Sekundiosuti jõudis teha ainult kolm ja pool ringi, kuid juba on kungase kalaruum tühi, seal pole enam midagi peale terava kalalõhna.

Varem töötasid lossijad poolteist tundi, et tühjendada üht kungast mõnest tonnist kalast, kusjuures palju kala läks kaotsi, sest käsitsi loopimisel kungaselt mahapaneku kohale langes kalu sageli vette.

Kalapump selliseid kadusid ei võimalda. Ta transpordib kogu laadungi kiiresti ja vähimategi vigastusteta kaldale. Veel enam, kala saab teel koguni «hügieenilise tualeti».

Tugev veejuga uhab tema soomustelt kõntsa maha, eemaldades sel teel kala roiskumist soodustavaid mikroobe.

Kalapumpade eelised on nii silmanähtavad, et nende vastu ei saanud vaielda isegi kõige visamad kahtlejad. Kalapumbad on praegu laialt tarvitusel jõgede kalavastuvõtupunktides. Nende tõttu on tundmatuseni ümber kujundatud kogu kalalossimise tehnoloogiline protsess. Selles kunagi väga töökäterikkas tööstusharus ei ole enam kvalifitseerimata töölisi — on ainult masinistid, kelle ülesandeks on mehhanismide töö jälgimine.

Spetsiaalselt rannavete jaoks töötati välja eriline voolujooneline süsteem, mis kalapumba kasutamisel võimaldab saagi lossimist otse seisevnooda pärast.

Veelgi suuremaid tulemusi annab paaris töötavate kalapumpade süsteem. Üks kalapump on monteeritud veokungasele. See kungas eemaldub kaldast lainemurru vööndi taha ja kinnitub seal nelja ankruga terasest torustiku otsa kohal, mis on varemalt asetatud põhja. Torustik on kummivooliku abil poiga ühendatud, ulatudes seega veepinnale. Juurdetulnud veokungas ühendab oma kalapumba surve-toru kummivooliku otsaga.

Terasest torustiku teine ots ulatub kaldale ja ühendatakse kalavastuvõtupunkti lähedal asuva teise kalapumbaga. Nii on kaks kalapumpa lülitatud järjestikku. Nende ühine töö tekitab põhjal lamavas torustikus tugeva rõhu, mis on küllaldane selleks, et vee ja kalade segu võiks ületada nii kauguse (vahemaa paadi ja ranna vahel) kui ka kaldajärsaku.

Kalapumbaga varustatud merel olev kungas võtab vastu lossima tulnud kalapaate. Pumba kummivoolik lastakse laevaruumi ja kalapump hakkab kalade ja vee segu torustiku kaudu kalda poole ajama. Seal haarab selle segu teine kalapump ja tõstab vastuvõtupunkti kõrgusele kaldal. Pärast sorteerimist ja arvestamist toimetavad transportörid kala töötlemistehhi.

Lainemurru piirkond pole ujuvaile kalapumbaseadmeile ohtlik. Nii võib reidil lossida kungaseid, kalasumpe ja seisevnoodapärasid, mis omavad võrk-käike või koridore.

Katsed on näidanud, et 100—120 m kaugusel kaldast toimub veosakeste liikumine merelaines vertikaalselt. Need liikumised omavad korrapärase, perioodilise iseloomu. Sellepärast kaks reidil olevat kungast, muidugi kui nad on asetatud kõrvuti, tõusevad ja laskuvad üheaegselt

isegi suure lainetuse juures. Teineteise suhtes on nad pea-aegu liikumatud.

Nüüd pole enam iga kord vaja kalapaate lossimiseks kaldale vinnata, kalalaevastiku teenistusega aga pikeneb paljude aastate võrra.

Nii on meie maal lahendatud kalalossimise ülesanne. Reale nõukogude leidureile on kalapumpade leiutamise ja juurutamise eest määratud Stalini preemia.

Kuid mis tehakse sellel alal välismaal?

On teada, et mida hallim on tõelisus kapitalistlikes maades, seda eredavärvilisemad on ajakirjade kaaned. See on maksev ka tehniliste väljaannete kohta. Lehitsedes ajakirjade lehekülgi, võib veenduda, et kalalossimise tehnika välismaal on tunduvalt maha jäänud meie nõukogude tehnikast. Lääne-Euroopa ajakirjad kas teatavad sellealase töö algusest või kirjutavad Nõukogude Liidu saavutustest («Schweizerische Fischerei Zeitung», 1949, nr. 2).

Ameerika ajakirja «Fishing Gazette» 1947, nr. 11 on paigutatud artikkel «põrutava tehnilise uudisega» — veejuga-pumba rakendamisest Ameerika Ühendriikides kalalae-vade lossimisel. Ilmneb, et selles ajakirjas kirjeldatud vee-pumpamise konstruktiivse muudatuse esitas juba 1938. aastal nõukogude insener N. A. Ržanitsõn! Nii on amee-rika «sensatsioonil» juba pikk hall habe.

NSV Liidu kalatööstus, varustatud maailma eesrindli-kema tehnikaga, on pideval tõusuteel. Nõukogude leiutajad töötavad edukalt uute kalapüügimeetodite arendamisel.

Paljutootav tulevik ootab näiteks neid vahendeid, mis on võimalised meelitama kala püügiriistade lähedusse.

Selliste vahendite leiutamisel on saavutanud märkimis-väärset edu professor P. G. Borissov, kes esines ettepane-kuga meelitada kalad püügivahendite juurde elekterval-gustuse abil.

Ka mina tegin analoogilise eesmärgiga rea katseid, kuid läksin teist teed. Kasutades katseseadmes elektrivoolu, sundisin ma kalad liikuma ettemääratud suunas. Niisugu-seid katseid on tehtud paljudes maades juba ammu. Kõik välismaiste leiutajate katsed ja arvestused põhinevad kala eemalepeletamisel vahelduvvoolu läbilaskmisega veest tea-tud kohas, et siis hirmunud kala satuks püünisesse, kuid nendel leiutajatel ei õnnestunud kalu kavalusega võita.

See efekt oli ratsionaalselt rakendatav ainult hüdrotur-biinide kaitseks, milledesse sattuvad kalad tegid varem

suurt kahju, samuti kalaparvede juhtimisel paisueelseisse kalakäikudesse.

Mina eelistasin oma töödes alalisvoolu vahelduvvoolule, arvestades järgmist nähtust: sattudes alalisvoolu elektrivälja, tungib kala vastupanematult piki elektrivälja voolujooni.

Ettevalmistavad katsed toimusid aastail 1943—1945 Ozernovski kombinaadis Kamtšatkal. Need katsed pidid selgitama, kas elektrivool mõjub lõhedele ja kas võib elektrivoolu kombineeritult kalapumbaga rakendada kalapüügil.

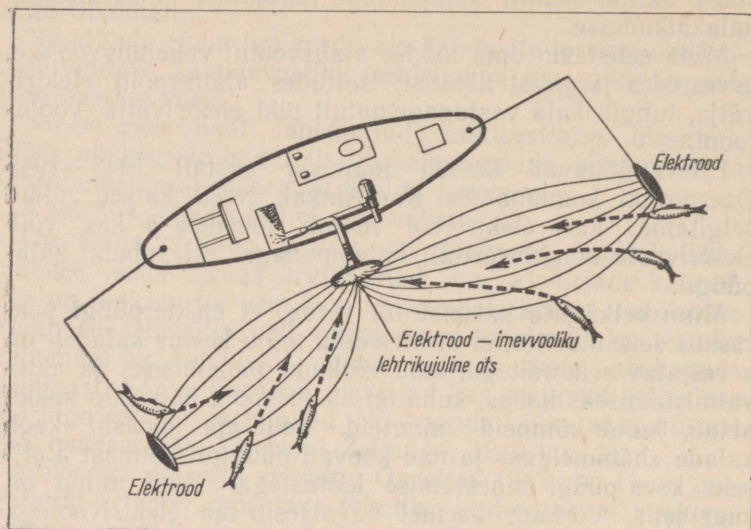
Minu eelkäijate katseist oli teada, et elekterpüügi pearakus seisab selles, et elektrivoolu mõju kestus kaladele on arvestatav sekunditega, kuid võrkude panemiseks ja ettevalmistamiseks kohas, kuhu on elektrivoolu abil kalu kokku aetud, kulub kümneid minuteid. Selle aja jooksul kaob kalade «hämmeldus» ja nad kaovad püügipiirkonnast alati-seks koos püügi õnnestumise lootustega. Kuid minul oli suur eelis. Võrkude asemel kavatsesin ma elektrivooluga kokku aetud kalad veest välja tuua kalapumbaga, mis on töövalmis välkkiirelt. See andis mulle veendumuse kavatsatud eksperimendi õnnestumisesse. Elektrita ei saanud ma rakendada kalapumpa kalapüügiks, kuigi tundub, nagu ei olekski suurt vahet kala pumpamisel laevaruumist või otse veest. Mõlemal juhul on kalad segatud veega. Miks ei võiks siis kalapumbaga pumbata seda segu jõest või merest otse sadamasillale?

Selgub, et kalapüük ainuüksi kalapumba-seadmetega pole siiski võimalik.

Pumbates kungastest, on meil tegemist uimastatud kaladega, kes ei saa vastu hakata kalapumba toimele. Kuid jões on elus kalad. Niipea kui kala tunneb vee voolust püügivooliku suunas, pöörduv ta kõrvale ja ujub eemale, kuigi püügivoolik võib olla hästi maskeeritud. Soovides teostada elekterpüüki, kavatsesin ma kalu elektrivooluga lõksu meelitada. Elektrivool võib sundida kalasid ujuma imevooliku otsani, kalapumba tegevuse tsooni.

Pärast suurt eksperimentaalset tööd Ozernovski kombinaadis monteeriti kokku eksperimentaalseadis — esimene elektrinoot. Kalapumba ja kõrgepingeaparatuuri paigutamine veolaeva pardale.

Jõe põhja asetati terve teras- ja kummitorude süsteem, samuti kaabel kohalikust elektrijaamast kalapumba moo-



Elektrinoodaga kalapüügi skeem.

tori ja kõrgepingeseadme toitmiseks. Torud olid määratud kalade pumpamiseks laevalt sadamasse.

Imev-kummivoolikul, mis lasti laevatekilt otse jõkke, oli grammofonitoru meenutatav metallist ots; voolik oli ühendatud juhtme kaudu kõrgepingeseadmega. See oli esimene elektrood. Vastavasse kaugusse imevooliku otsast asetati kaks ujukit nende külge kinnitatud metalltahvlitega. Need vettelastud metalltahvlid olid samuti juhtme kaudu ühendatud kõrgepingeseadmega.

Kõrgest laevalaele ehitatud vaatlustornist võis jälgida seda, mis toimus jõe põhjas.

Esialgu lasti käiku ainult kalapump. Mitte ükski kala ei sattunud imevjuhtmesse. Tundes vee voolust imevjuhtme otsa suunas, pöördusid kalad otsustavalt kõrvale ja ujusid eemale. Lülitati sisse kõrgepingevool. Vaatlustornist nähtav pilt muutus kohe: kõik kalad, kes viibisid imevjuhtme otsa ja elektroodide vahelises veetsoonis, söötsid imevjuhtme otsa juurde. Elektrivool oleks nagu haaranud kõik kalad ja vedanud imevjuhtmesse.

Katkematu massina imes kalapump kalu laevaruumi,

kust saak transporteeriti jõepõhja asetatud torude kaudu kaldale.

11-tunnise katsepüügi tulemusena kogunes vastuvõtu-punkti 25 tsentnerit gorbuušasid ja nerkasid. Kaladel ei esinenud väliseid ega sisemisi vigastusi, vaid nad erinesid oma värske välimuse ja puhtusega tavalisel viisil püütud ja lossitud kaladest.

Elekterpüügimeetod pole veel täiuslik, kuid perspektiivid on paljutootavad! Kogu selleks püügioperatsiooniks piisab kahest inimesest. Võrgud muutuvad ülearuseiks. Pole vaja enam arvestada halba ilma.

On astunud alles esimesed sammud ahvatleva tuleviku suunas. Tuleb palju töötada, et elekterpüüki täielikult rakendada meie rahvamajanduse teenistusse.

ELEKTER PÖLLUMAJANDUSES

Stalini preemia laureaat, akadeemik M. G. Jevreinov

Elektrivalgus päikese asemel

Looduse rohelises laboratooriumis toimuvad keerukad ja imelised protsessid. Päikesekiirte energia lagundab klorofülli abil lehtedes leiduva süsihappe ja kogub süsivesikuid taimede, puuviljade ja juurvilja roheliste masside näol. Selline on K. A. Timirjazevi poolt avastatud fotosünteesi nähtuse olemus.

Päike saadab oma valguse- ja soojusekiiri maa peale pillavalt. Tõsi küll, kuni 40% neist kiirtest kaob atmosfääri, siiski jõuab väga palju päikese-energiat maapinnale. Suvisel päeval saab iga ruutsentimeeter valgustatud pinda ainult ühe minuti jooksul 1,24 gramm-kalorit soojust, aga ainult 40% sellest kasutatakse lehtede poolt ära. Kuid see pole veel kõik. Päikese spektris asetseb energia selliselt, et suurem osa sellest langeb kollakasrohelisele tsoonile. Sealjuures leiavad kollased ja rohelised kiired, millede poolest päikesevalgus on väga rikas, taimede poolt kõige vähem kasutamist.

Sellist pillavust võib endale lubada ainult loodus. Kui aga tegemist on kunstliku päikesega — elektrivalgusega, siis ei või me säärast pillavust lubada. Teiste sõnadega, taimede kunstlikuks valgustamiseks on vaja luua valgusallikad, mis on suutelised andma ainult neid spektri lõike, mis taime organismile on vajalikud.

Elektrivalgus põllumajanduses — see pole mitte ainult valgus kolhoosnikute elamuis ja tootmishooneis, — see on päikese asendamine taimedele. Taimed, mis on kasvatatud kunstliku valgusega, ei erine millegagi tavalistest.

Kunstliku valgustuse rakendamise tööd taimekasvatuses algasid juba ammu. Neid on teostanud K. A. Timirjazev,

hiljem — professor N. A. Maksimov, professor N. A. Artemjev, dotsent J. D. Korolkov, V. P. Maltševski ja teised. Katsed on näidanud, et edukas taimekasvatamine on täiesti võimalik päevavalgusega. Tähtis on ainult, et kunstliku valgusallika spektraalkoostis kõige paremini vastaks fotosünteesi vajadusele. Üheks selliseks kunstlikuks valgusallikaks on neonlamp kombineerituna argonelavhõbelambiga.

Taimede valgustamine erineb näiteks täiesti tehase valgustusest. Kusagil laos on 2-luksine valgustus küllaldane; täpsustööpinkidel töötamisel on vajalik sajakordselt rohkem valgust, kuid taimede kasvamiseks on tarvilik 5000—8000 luksit! Võrdluseks olgu öeldud, et päikese valgustustugevus selgel juunikuu päeval on 70 000—80 000 luksit.

Kas on taimedele vajalik selline suur valgustustugevus? Katsed näitavad, et gaasihuumlamp 10-kordselt väiksema valgustustugevusega kui päikese valgus annab taime arenemiseks küllaldast valgust ja soojust.

Praegusel ajal soodustavad kunstlikud valgusallikad taimede kasvatamist kasvuhooneis. Talvel, kui päike nõrgalt valgustab, tunnevad taimed kasvuhooneis ennast halvasti: nad ei saa õitseda ega vilja kanda, jäävad kiduraks. Lisavalgustus võimaldab kasvatada normaalsaki, kuid veel kiiremini, kui see oleks olnud ainult päikese valgusel.

Selleks et kasvatada talvel kilogramm aedvilja, kurke või tomateid, tuleb kulutada ligikaudu 60—80 kilovatt-tundi elektrit. Nii suur on elektrienergia kulu sel juhul, kui kasutatakse tavalisi hõõglampe, mille juures valgust kiirgab hõõguv traat. Seepärast leiab «kunstlik päike» praegu kasutamist seal, kus elektrienergia on odav, või seal, kus värske aedvili on eriti vajalik, loomulikku valgust aga on vähe (näiteks Arktikas), samuti ka varajaste taimede kasvatamiseks.

Elektrienergia kulu vähendamiseks loovad meie insenerid uusi lampe, mille spekter oleks kõlvuline fotosünteesi jaoks, kuid millel oleks taimedele mitte vajalik spektriosa ära lõigatud, millega tunduvalt vähendatakse elektrienergia kulu.

Need on fluorestsents- ehk luminofoorlampid.

Neis lampides tekivad elektrilaengu tühjendamisel elavhõbeda aurudes ultravioletsed kiired. Toru sisepind on kaetud erilise ainega, luminofooriga, mis ultravioletsete kiirte toimel tugevasti helendab.

Valides mitmesuguseid luminofoore, võib saavutada taimede vajaliku spektri.

Need ökonoomsed lambid leiavad lähemas tulevikus kõige laialdasemat kasutamist aedvilja kasvatamisel talvekuudel.

Elekter — linnukasvatate abiline

Põllumajanduses omab suurt tähtsust lühikeste sügis- ja talvapäevade kunstlik pikendamine.

Eespool kirjeldasime aedvilja kasvatamist kasvuhooneis, kus elekter, täiendades päevavalgust kunstlikult, pikendab päeva. Kuid see asjaolu pole tähtis mitte ainult aedvilja jaoks. Hilissügisel ja talvel munevad kanad halvasti, munadesaak langeb järsult. «Talvised» kanapojad haigestuvad kergesti ja surevad.

Jällegi tuleb appi elekter. Kanala valgustamisega pikeneb päev 14—15 tunnini. Selle tagajärjel pikeneb kanade toitmisae, mis omakorda suurendab kanade munevust 20% võrra. Mõningail juhtudel võib saavutada talvel samasugust kanade munevust kui suvel. Selleks on vaja hoida kanala temperatuur 6—8° C üle nulli ja kiiritada munevaid kanu ultravioletsete kiirtega iga päev 10—12 minuti jooksul.

Kanala, mis on arvestatud 500 kanale, vajab kõigest viit kuuekümnevatist elektripirni. Kuid kanala valgustamisel on üks iseärasus, nimelt valguse järkjärgulise sisse- ja väljalülitamise vajadus. On teada, et kanad jäävad sinna paigale, kus neid tabab pimedus. Selleks, et kanad võiksid mugavalt asetuda pennidele, on vaja valgus välja lülitada järk-järgult. Selleks kasutatakse automaatlüliteid.

Laialt on tuntud elektersoojendusega inkubaatorid. Need on parimad kõigist teistest tarvituselolevatest tüüpidest. Sellistes inkubaatorites on võimalik täpselt reguleerida nii temperatuuri kui ka niiskust.

Konstruktor B. K. Goretškile määrati täiuslikult automatiseeritud 39 000 munakohaga elekterinkubaatori projekteerimise eest Stalini preemia.

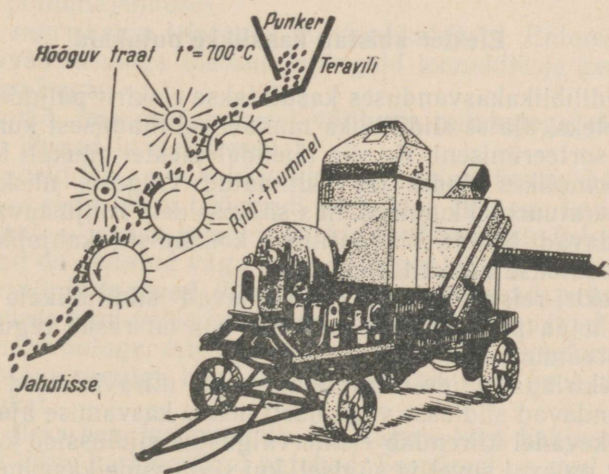
Elekterinkubaatoris välja koorunud tibud vajavad algul kõrgemat temperatuuri, mis aegamööda peab alanema; seks otstarbeks on inkubaatoril olemas erilised elektrilise soojendusega osakonnad. Tibusid tuleb peale selle regulaarselt kiiritada ultravioletsete kiirtega või lisada toidu hulka kiiritatud pärmi, mis on sama toimega kui hea kalamaksaõli.

Pärmi kiiritamist teostatakse kvartslampidega. Tibude söötmine kiiritatud pärmiga kaitseb neid rahhiidi eest, sest ultravioletsete kiirte mõjul rikastub pärm vitamiin D-ga. Insener A. V. Sergejev on konstrueerinud erilise pärmikiiritamis-aparaadi.

Seega kaitseb elekter hukkumise eest talvel koorunud tibusid, soojendab ja tuulutab kanalaid, valmistab toitu, soojendab vett ja teostab veel muidki töid. On olemas masinaid, mis valgustavad läbi, sorteerivad ja kaaluvad mune, ning isegi märgivad neile sordi numbri.

Elekter ja teravili

Teravilja säilitamine on keeruline protsess. Tera on ju elusorganism ja reageerib kõigele, mis toimub tema ümber — temperatuuri muutmisele, niiskusele jne. Teravili imeb kergesti endasse niiskuse teda ümbritsevast õhust ning teda ei saa säilitada kuivatamata. Peale selle on teravili toiduks paljudele putukatele, viljaaitade kahjureile. Halb teravilja



Infrapunased kiired surmavad teraviljakahjurid ning kuivatavad vilja samaaegselt.

hoidmine ja säilitamine võib tuua rahvamajandusele paljumiljonilisi kahjusid.

Teravilja kuivatamise ja puhastamise peamisteks nõueteks on, et see toimuks kiiresti ja hästi, et sealjuures säiliks kõik tera omadused. Selleks on hulk vahendeid: soojus ja vaakuum, ultralühilained ja hügrooskoopilised pulbrid. Kuid kõigil neil meetoditel on palju puudusi.

Uue paljutöotava meetodi on leiutanud insener P. S. Vorobjov, kes soovib teravilja kuivatamiseks ja võitluseks viljaaitade kahjuritega kasutada infrapunaseid kiiri, ehitades selleks vastava elektridesinsektori.

Teraviljajuga, mis langeb ühelt trumlilt teisele, kiiritatakse tugevasti infrapunaste kiirtega, mis tekivad traadi hõõgumisel; sel teel kuivatatakse terad ja hävitatakse ühtlasi tema kahjurid.

On tähele pandud, et terade kiiritamisel röntgenikiirtega terade idanevus suureneb. Kuid mitte ainult röntgenikiired, vaid ka ultralühilainete mõju viljateradele suurendab nende kasvamisenergiat 20% võrra.

Teadlaste ees on ülesanne: mõjutades teravilja elektromagnetiliste kiiritamisega, saavutada kasulikke muudatusi terades.

Elekter abistab kasulikke putukaid

Siidiliblikakasvanduses kasutatakse elektrit paljudeks otsarveteks, alates siidiliblika munade säilitamisest kuni toorsiidi sorteerimiseni. Ka siin täiendab elekter edukalt loodust.

Loomulikes oludes on vältimatud valguse, niiskuse ja temperatuuri kõikumised, mis siidiussidele kahjustavat mõju avaldavad. Nende kliimaatiliste kõikumiste kahjulik mõju tasandatakse edukalt elektriga.

Elektri-refrigeraatorid võimaldavad siidiliblikate mune alal hoida paremini kui keldreis, kus on raske reguleerida temperatuuri.

Elektriaparaatide infrapunased ja ultravioletsed kiired teenindavad siidiusse väga hästi nende kasvamise ajajärgul. Varakevadel kiirendab elektervalgustus siidiusside kasvatamist; palaval suvel ja sügisel, kui siidiusside kasvamise aeg normaaltingimustes on liiga lühike, pidurdab elektriline temperatuuri jahendamine siidiusside liiga kiiret arenemist. Katsed näitavad, et elektervalgustus mõjub tervendavalt

siidiusside tervisele ja söögiisule, ja mitte ainult ussidele: ka mooruspuud istandustes, olles toiduvalmistajaiks siidiussidele, kasvavad elektervalgustusel jõudsamalt ja annavad rohkem lehti.

Siidikerimisel kookonitelt kuivatatakse neid elekterventilaatorite ja -soojendajatega. Kõrgsagedusvooluga võib tappa nukud tööstusesse minevais kookonites.

Kiirgusenergia võib abistada ka kontrolõri, sest ultravioletsete kiirte mõjul helendavad kookonid pimedas erisuguselt, iga sort omamoodi.

Ka mesinduses võib elekter olla väga kasulik. Soojus- ja kiirgusenergia ökonoomsemaks kasutamiseks on vaja konstrueerida suuremamõõtelised tarud. Esimesed katsed on näidanud, et tarude soojendamine kevadel, ema munemisperioodil, kiirendab haudeaega ja hoiab kokku töölistmesilaste tööjõudu, mis on väga vajalik meekogumise ajal. Ka algab meekogumine varem. Tarviliku temperatuuri alalhoidmine tarus terve talve kestel vähendab toidumee-tarvidust talvel.

Elekter võitleb putukatega

Igal pool toimub meil võitlus kadudega. Teisiti ei saa see olla ka põllumajanduses.

Eriti suurt kahju tekitavad putukad-kahjurid. Entomoloogid peavad nendega tõsiseid lahinguid lennukite ja keemia rakendamisega.

Meetodid, mis on tarvitusel võitluses putukatega elektri abil, on lihtsad ja efektiivsed.

Tuhandeid öisi putukaid-kahjureid lendab kokku heleda punkti — elektripirni hõõgniidi peegeldus kaussi kallatud vee pinnal — juurde ja upub. Elektrilised putukate-kahjurite hävitajad on ehitatud väga lihtsalt. Tugev valgus öösel, kirkad värvid ja tugevad lõhnad päeval meelitavad putukaid enda juurde kuni poole kilomeetri kauguselt ja tapavad neid kõrgepingevooluga, mis on saadud lihtsaimast transformatorist. Mõne tunniga hävitab selline «lõks» kuni pool miljonit putukat.

Kõik oleks hea, kui puuduks üks «aga»: koos kahjuritega satuvad lõksu ka kasulikud putukad. Seepärast on veel vaja uurida, millised värvused, lõhnad ja valgus mõjuvad meelitavalt ainult kahjuriel, et siis ehitada vastavaid lõkse.

Nõukogude Liidus peetakse võitlust viljaaitade kahjuri-

tega ultralühilainete abil. Viljaterad sisaldavad kuni 20% niiskust, terakärsaka organism aga kuni 80%. Nakatatud terade mõjutamine ultralühilainetega mõne sekundi vältel ei tee viga teradele, kuid terakärsaka sisemus kuumeneb kiiresti ja võib isegi minna keema, mille tagajärjel putukas lõhkeb väikese pommina. Õhukeses terade kihis hukuvad kõik kahjurid koos noorte järglastega, kes hävingule eriti visalt vastu panevad. Uut meetodit ootab suur tulevik siis, kui kõik kolm ülesannet — teravilja kuivatamine, desinseksioon ja saagi tõstmine — ühendatakse ühte protsessi, teravilja ultralühilainetega kiiritamise protsessi.

Tänapäeval on veel vähe uuritud ultraheli — väga lühikesi helilaineid, mis tekitatakse elektromagnetiliste võnkumistega ning mille vastuvõtmine kõrvaga ei ole võimalik. Kuid on teada, et ultraheli mõjub hävitavalt väikestele organismidele.

Võimalik, et tulevikus leiab ultraheli rakendamist võitluses kahjulike putukatega, näit. sääskedega ja nende larvidega.

Kiirgusenergia homme päev põllumajanduses

Seni rääkisime valguse mõjust taimede kasvule. Kuid valgus on ainult väike osa elektromagnetilisest spektrist.

Kas elektri- ja magnetiväli avaldab mingit mõju taimedele?

Selgub, et avaldab. See fakt on vankumatult tõestatud.

Taimed arenevad ja elavad kogu aeg elektromagnetilises väljas.

Maapinna ja 1 meetri kõrgusel maapinnast asuva õhukihi potentsiaalide võrdlemisel võime veenduda, et see on 120 volti. Niisugune «atmosfääriline elektrijaam» võiks süüdata elektripirni, kui elektrienergia hulk õhu ruumala ühikus poleks lõpmatult väike. Tehnilist huvi see elektrienergia esilgu igatahes ei paku.

Kuid taimedele avaldab see elektriväli kahtlemata suurt mõju. See mõju on väga keerukas, sest üheaegselt mõjustavad taimi magneti- ja elektriväljad, valgus, soojus, mullastiku ja õhu niiskus ning palju muud. Mullastikus kiirenevad keemilised reaktsioonid, kuid taime organismis muutub mahlade liikumise kiirus, mõjutades taime toitumist.

Potentsiaalide vahe toime tõttu tõusevad kolloidosake-

sed ja mahlad mullastikust peente kapillaaride kaudu taimesse.

Taimerakkude kestad, mis mõningaid lahuseid läbi ei lase, hakkavad elektripinge mõjul osakesi raku sisse laskma. Tekib elektroosmoos, ja ained, mis seni ei saanud tungida raku protoplasmasse, omandavad elektrivälja mõjul võime tungida raku või sealt välja.

Kõik need nähtused avaldavad taime elule oma mõju.

Õhu elektromagnetiliste väljade kui ka nende mõju uurimine taimedele on väga tähtis ülesanne. See ülesanne osutus ületamatuks välismaisele teadusele. Erikomisjon Inglise põllutöödepartemangu juures uuris kaksteistkümmend aastat «elektrikultuuri probleemi» — nii nimetati küsimusi elektriliste ja magnetiliste väljade mõjust taime rakkude kui ka terve taime kasvule ja elule. Siis teatas komisjon: «Pole mingeid aluseid elektrikultuuri katsete üleviimiseks põllumajanduse tootmisse. Probleem on väga tähtis, kuid uurida võib seda ainult suurtes instituutides, esmaklassilise kollektiiviga ja võimsate seadmetega.»

See, mis osutus võimatuks kapitalistlikule maailmale, sai võimalikuks sotsialistlikus põllumajanduses tema suurte instituutidega, esmaklassiliste kollektiividega ja võimsate seadmetega.

Elektrikultuuri uurimistöödega tegelesid ja tegelevad meie põllumajanduslikud teaduslikud asutused. Ees on väga palju tööd. Seni pole veel kõiki elektromagnetilise välja mõjutuste seaduspärasusi taimedele ja loomadele avastatud. Kuid pole kahtlust, et nõukogude teadlased lahendavad selle ülesande edukalt ja täielikult. Nad õpivad tundma nii taimi ümbritseva õhu kui ka maa elektro-mikrokliimat ja õpivad seda muutma inimese kasuks.

See on kiirgusenergia homne päev põllumajanduses, suure ja raske, kuid kõitva töö päev.

KUNSTLIKUS KLIIMAS

*Füüsika-matemaatikateaduste kandidaat V. Kašinski
Põllumajandusteaduste kandidaat V. Mkrťšjan*

Nõukogude teadlaste ja aretajate püsivus ja meisterlikkus on viinud suurepärasele saavutustele. Paljudes Nõukogude Liidu põhjarajoonides, seal, kus kunagi varem midagi niisugust ei kasvanud, kasvatatakse viljapuid, marjapõõsaid, köögivilja ja kõrsvilja.

Põhjarajoonides arenevad ka majapidamised klaasiga kaitstud maapinnal. Need on lavad ja kasvuhooned — suured klaasitud ruumid, kus võib püsivana hoida igat soovitud temperatuuri sõltuvalt taime iseloomust ja nõudeist.

Kuid taimede kasvatamiseks kasvuhooneis ja lavades külma talve tingimuses on vaja väga palju soojust. On näiteks välja arvatud, et isegi NSV Liidu keskvööndis ühe hektari klaasitud territooriumi termofitseerimiseks kasvuhoone-lavade hooaja seitsme kuu jooksul tuleb kulutada 7000 megakalorit soojust. See võrdub elektrienergia kulutusega 8,12 miljoni kilovatt-tunni ulatuses. Kui seda soojust saadakse puude, turba või kivisöe põletamisest, siis läheb 1 hektari soojendamise maksumus ühe hooaja kohta väga kalliks.

Palju ökonoomsem on kasutada niinimetatud «heitesoojust» — tööstusettevõtetes või soojuselektritsentraalides tarvitamata jäänud soojust.

Kasvuhooned ja lavad on eriti vajalikud meie Põhjale. Kuid mida kaugemale põhja poole, seda vähem on võimalusi kasutada kasvuhoonete ja lavade jaoks tahket kütust. Mitte igal pool ei ole soojuselektritsentraale. Tekib mõte kasutada ära hüdroelektrijaamade odavat elektrienergiat.

Nõukogude teadlaste mõte töötab ka sellise odava energia ärakasutamise probleemi kallal, nagu tuul. Üks õhuvoolude energia ärakasutamise tuliseid pooldajaid, A. G. Ufim-

tsev kirjutas oma töös «Tuule energia ärakasutamise probleem kõikidel energeetika-aladel kütuse asemel» järgmist: «Külmast aheldatud polaaraladel, Põhja-Jäämere kaldail ja saartel ehitatakse tuhandeid suurejoonelisi kasvuhooneid, kus kunstlikus troopikakliimas, mitmesuguste mullastiku ja õhu stimuleerivate tegurite ja väetiste olemasolul, elektripäikeste pimestavas valguses hakkavad õitsema suurepärase viljapuud ja kiiresti valmima lõunamaised viljad, puude vahel aga ja nende okste all, niiskel, elektrivalgusest soojendatud maapinnal hakkavad samuti kasvama ja valmima väärtuslikud kõrsviljad, köögiviljad ja marjad. Samasugused kasvuhooned ja lavad levivad ka meie laiuskraadides, suurendades suvel põllumajanduslikku toodangut, talvel pakasega aga võimaldades saada külluses värskaid, äsja nopitud mitmesuguseid puuvilju, marju ja köögivilju.» See on kirjutatud kakskümmend aastat tagasi, kui Ufimtsev koos professor V. P. Vettšinkiniga koostasid ülivõimsa raamtuulejaama projekti.

Soojuse saamise kõrval kerkib veel teine, väga tähtis ülesanne: töö mehhaniseerimine lavades. Kui kasvuhoonetes, mis omavad kaunis kõrge klaaskatte ja suhteliselt palju vaba ruumi, erineb suure töömahuga protsesside mehhaniseerimine väga vähe tööde mehhaniseerimisest vabas looduses, siis hoopis teisiti on asi lavades. Töid aga on neis palju.

Piisab, kui ütelda, et 1 hektari lavade või kasvuhoonete teenindamiseks on vaja umbes 9000—30 000 tööpäeva. See on 60—200 korda rohkem, kui on vaja köögiviljade jaoks vabas looduses (lõunas) ja 600—2000 korda rohkem kui teraviljade kasvatamisel.

Miks siis lavad nõuavad nii suurt tööjõudu? See tuleb sellest, et köögiviljakasvatuses ammu kasutusele võetud lavade tüüp oma ehituselt ja suuruselt ei luba teostada tööde täielikku mehhaniseerimist. Tihti tuleb kasutada ainult käsitööd.

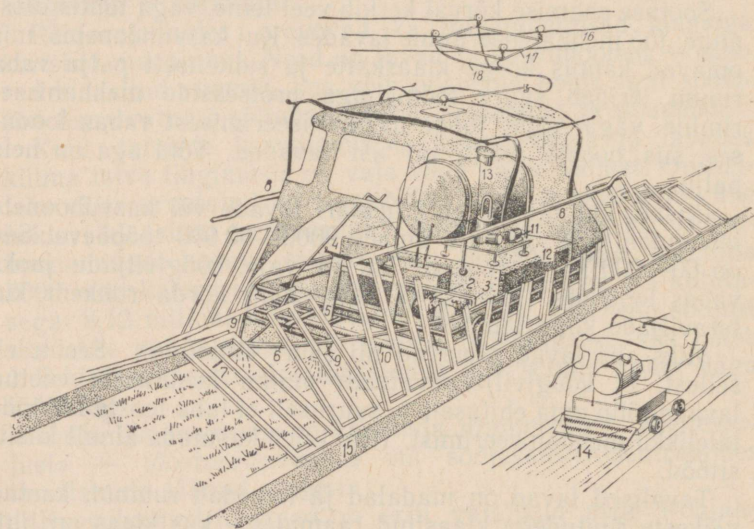
Tavalised lavad on madalad ja lamedad ruumid, kaetud väikeste ruutudega klaasitud raamidega, kus klaas on tihti väga märdunud. Nendes ruumides tuleb töötada kummargil asendis. Veel raskem on viia lavadesse olemasolevad masinad. Neis tingimustes õnnestus mehhaniseerida ainult osaliselt mõned protsessid: käsikülvajaga seemendamine, biokütuse juurdevedu käsikäru, külvide kastmine voolikuga jne.

Mehhaniseerimise edasiseks arendamiseks tuleb eelkõige üle minna lavade uuele konstruktsioonile.

Veel viisteist aastat tagasi, käeoleva artikli ühe autori ettepanekul, töötati Moskvas Kõõgiviljamajanduse Teadusliku Uurimise Instituudi poolt välja uus tüüp täielikult mehhaniseeritud lavasid ja universaalne elektri-lavakombain.

Lavakombain — see on liikuv universaalne elektrivankrike masinatega ja tööriistadega. Ta on ehitatud käitistes kasutatava sildkraana põhimõttel, ainult väiksemas mõõdus. Vankrike on kaetud autokerele sarnaneva kattega, kuid teist, omapärast vormi — eest ja tagant kaldu seintega. Kombainile liikumise võimaldamiseks piki lava on sinna seatud roopad, milleks võib kasutada lava soojendustorusid või ka tavalist raudbetoonist või nurkrauast lava külgraamistikku.

Mehhaniseeritud lava klaasitud raamid võivad asetuda ühepoolset kaldu, nagu see oli varem, või kahepoolset kaldu, mis on palju mugavam.



Lavakombain. 1. Raam. 2. Elektrimootor. 3. Transportlindi ajam. 4. Tõstemehhanism tööriistade jaoks. 5. Tööriistade kinnitamise koht. 6. Lont raamide tõstmiseks. 7. Lont ventilatsiooni jaoks. 8. Raami piirajad. 9. Pihustite otsad. 10. Kastmistoru. 11. Pihustamisaparaat. 12. Paak vee jaoks. 13. Paak väetiste jaoks. 14. Neljakümne kahe realine külvoimasin. 15. Lava külgraamistik-rööpad. 16. Elektrijuht-mestik. 17. Kontakt-vooluvõtja. 18. Painduv kaabel.

Oma liikumisel kombain tõstab külgmiste transportvar-
rastega üksteise järel klaasraamid.

Edasisel kombaini liikumisel lava raamid laskuvad suju-
valt üksteise järel mööda tagumise kaldseina transportööre
ja edasi asetuvad täiesti automaatselt oma endistele kohta-
dele lava külgraamistikul. Kombain nagu poeb ninaga lava
raamide alla, tõstab need enda najale ja liigub nende all.
Peale kombaini möödumist raamid laskuvad uuesti kuule-
kalt oma kohtadele. Kui kombain liigub vastupidises suu-
nas, siis kordub kõik vastupidises järjestuses.

Kahepoolset kaldu kaetud raamidega lavade juures on
kombaini kerel isesugune vorm. Ta meenutab ennem edasi-
tagasi liikuvat süstikut kui autot. Oma kere teravdatud
ninaga ehk «londiga» läheb kombain mõlema kaldu aseta-
tud lava klaasitud katuse raami alla ja lükkab neid nii
laiali, et nad asetuvad oma aluseil peaaegu vertikaalselt,
lasevad kombaini mööduda ja siis, jälgides tagumise
«londi» kõverust, laskuvad uuesti, puutudes üksteisega
kokku oma ülemiste servadega.

Kombaini sellise edasilikumise ajal lavas üks või kaks
kombainil asuvat töölist, kasutades mehaanilisi abinõusid,
rakendades vaid minimaalseid jõupingutusi, teostavad selli-
seid operatsioone, nagu lavade täitmine värske biokütusega
(kui ei ole vee- või elektrikütet), mullakihi pealepuistamine,
mulla tasandamine, seemnete reaskülv või istikute istuta-
mine, huumusest kuubikute vormimine otse lavades, täpne,
korralik reavaheline kobestamine, künd, mulla äestamine
endise väheefektiivse labidaga kaevamise asemel, ühtlane
kastmine, väetiste jaotamine, taimede pritsimine ja tolmu-
tamine fungitsiididega, kitkumine, taimede kinnitamine,
taimede kiirritamine (rajoonides, kus see on vajalik), lavade
ventileerimine, saagi koristamine. Üks kombain võib teenin-
dada 4200 ruutmeetrit klaasitud territooriumi kasulikku pin-
nast.

Mitmeaastane kaheküljeliste mehhaniseeritud lavade ja
kombaini ekspluateerimine köögivilju kasvatavas M. Gorki
nimelises sovhoosis ja Moskva oblasti kolhoosis «Zarja
Sotsializma» näitas, et kombaini võib edukalt kasutada, et
ta kergendab tööd ja suurendab tööjõudlust 5—6 korda,
kuna tema poolt teenindatavad lavad omavad suuri eeliseid,
võrreldes tavalistega. Kaheküljeline konstruktsioon ja raa-
mide suured ruudud loovad taimede elule palju soodsamad
tingimused kui tavalistes lavades. Lavade suured gabarii-

did suurendavad klaasitud maapinna ärakasutamise tegurit. Suur vahemaa raamide ja maapinna vahel annab võimaluse kasvatada selliseid kõrgekasvulisi kultuure, nagu baklažaan, pipar jt.

Kõik köögiviljakultuurid arenevad mehhaniseeritud lavades palju paremini kui tavalistes. Köögiviljade valmimine kiireneb 10—15 päeva võrra, saak suureneb 40—80% võrra, märgatavalt paraneb kvaliteet, koos sellega väheneb maksumus. Rahalises väljenduses suureneb köögiviljade tulukus umbes poolteist kuni kaks korda. Kulutused lavade mehhaniseerimisele tasuvad end ära kahe-kolme aasta jooksul.

1938. aastal Riiklik Asutustevaheline Komisjon katsetas kombaini ja mehhaniseeritud lavasid ning soovitas neid laialdaseks kasutamiseks. Seoses sellega ehitati aastail 1939—1940 11 majandis mehhaniseeritud lavad kombainidega. Sõda takistas selle töö jätkamist.

On vajalik uuesti juhtida põllumajanduses töötajate tähelepanu mehhaniseeritud lavade laialdasele juurutamisele.

Peale juba loetletud paremuste on võimalik kõiki mehhaniseeritud tööprotsesse lavades kombaini tõttu standardiseerida ja planeerida ranges järjestuses tsüklisuse graafiku järgi. Lavakombaini ja mehhaniseeritud lavad tõstavad töökaitstud maapinnal kaasaja vabrikutootmise kõrgele tasemele. Kaitstud taimedele ei ole kardetavad ei põuad, ei liigne vihm ega pakane.

Elektrimehhaniseeritud kasvuhoonetes ja lavades hakkavad kasvama ka Põhjas kõige soojanõudlikumad Lõuna taimed: viinamarjad, sidrunid, apelsinid, mandariinid, virsikud, melonid, arbuusid. Aja jooksul muutub võimalikuks puht-troopiliste taimede kasvatamine Põhjas: ananaste, banaanide, feihoa jt.

Kas see ei ole siis muinasjutt, mis muutus reaalsuseks?

RAADIOJAAM «UROŽAI»

Insener F. Rabiza

Hoogsa künni juures läks traktoril elektriseadis rikki. Brigadiir heitis pilgu kellale, läks välivaguni juurde ning palus seal asuvat tütarlast anda üle teade, et traktorijaamast saadetak스 kiiresti välja varuosa.

Tütarlaps võttis telefonitoru, mis asetses aparaadil, miline oli tavalisest telefoniaparaadist veidi suurem, ja andis brigadiiri palve edasi. Peatselt saabuski avariikohale traktorijaamast auto.

Kuidas sai toimuda kõnelus telefoni kaudu, kui põllul ei ole näha mingit märki telefoniliinidest?

Kõnelus leidis aset raadiotelefoni teel.

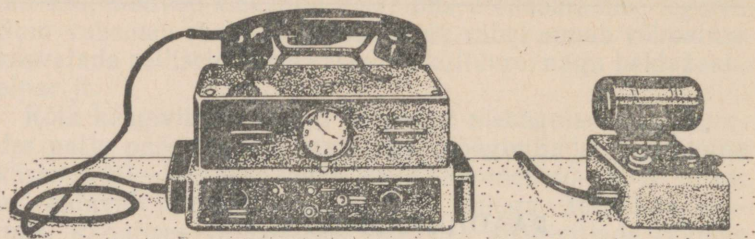
Raadiojaam «Urožai»¹ on spetsiaalselt loodud töötamiseks maal, ühenduse pidamiseks traktorijaama ja traktoribrigaadide vahel. Ta on lihtne, eksploatatsioonilt mugav ja töökindel.

Tema loojad — Stalini preemia laureaadid I. A. Naroditski, P. P. Sorokin, N. S. Lastotškin ja I. L. Geft — loobusid teadlikult universaalse, «igaks vajaduseks» sobiva raadiojaama ehitamisest. Nad konstrueerisid niisuguse raadioseadme, mille abil võib pidada kahepoolset raadio-telefonilist sidet 30-kilomeetrise raadiuse ulatuses.

Uus vastuvõtja-saatja ei ole oma mõõdetelt suur. Ta on kokku vaid kaks korda suurem tavalisest telefoniaparaadist.

Konstruktorid püüdsid maksimaalselt lihtsustada vastuvõtja-saatja kasutamist. Tema eespaneelil on vaid kolm nuppu. Ühega nendest häälestatakse antenni (seatakse teatud lainele), teine reguleerib hääletugevust ja kolmas lüübib seadise vastuvõtult-ülekanandelt ainult vastuvõtule. Samasse

¹ Урожай — viljasaak; lõikus. *Tõlk.*

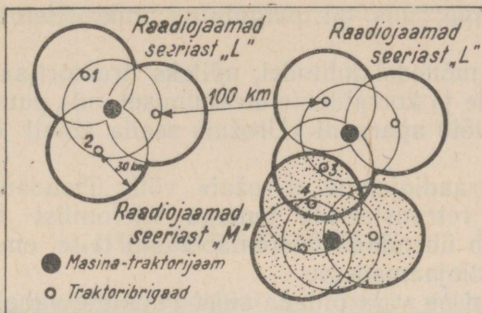


Raadiojaam «Urožai».

on paigutatud ka kolm signaal-lambikest, mis kergendavad maksimaalse saatetugevuse määramist ja tähistavad lülitamist vastuvõtule ja saatele.

Raadiojaama on võimalik kiiresti tegevusse rakendada ja niisama kiiresti maha monteerida. Antenne on kaks: ühte kasutatakse vastuvõtuks, teist saateks. Nad on väga lihtsad ja nende ülesseadmine võtab vähe aega. Antennide ülesriputamiseks võib kasutada puid, ja kui neid pole, siis monteeritavaid maste, kõrgusega kuni 8 m. Antenni suunatav võimsus on ligikaudselt 1 vatt. 15 m pikkuse antenni juures küünib jaama tegevusulatus 30 kilomeetriti.

Väga keeruka ülesandega — kindlustada vastuvõtja ja saatja lambid toitevooluga — tulid raadiojaama konstruktorid hästi toime. Meenutagem, et vastuvõtjas ja saatjas esinevad sõltumatud elektrilised vooluringid, millest igaüks vajab kindlaksmääratud erineva pingega voolu. Seepärast varustatakse näiteks harilikud patarei-raadiovastuvõtjad alati kahe kuivpatareide komplektiga. Üks neist annab lampidele küttevoolu, teine anoodvoolu. Vastuvõtja-saatja «Urožai» saab toidet kompaktselt 12-voldisest akumulaatorist, mahutavusega 100—200 ampertundi. Akumulaatori täitest jätkub tavaliseks töötamiseks 1—1,5 kuu jooksul. Akumulaatori pinge osutub madalaks aparadi lampide anoodahela toite tarvis. Pinget kõrgendatakse muundaja (umformer) abil, mis kujutab endast väikest dünamot ühenduses elektrimootoriga. Umformer kujundab ümber akumulaatori 12-voldise pingega alalisvooluks, pingega 200 volti. Et umformerit töötamise müra ei segaks kõnet, on umformer paigutatud eraldi kasti. Akumulaatori energia kokkuhoiuks või umformerit rikkisoleku korral võib tarvitada lampide anoodtoiteks kuivpatareisid «BC-70».



Et üksteist mitte segada, peavad ühest ja samast seeriast raadiojaamad asetsema üksteisest vähemalt 100 km kaugusel. Kõnelus esimese ja teise brigaadi vahel (nad on üksteisest rohkem kui 30 km kaugusel) võib toimuda ainult oma masina-traktorijaama kaudu, retranslatsiooni kasutades. 3. brigaad, mis kasutab raadiojaama seeriast «L», ei sega 4. brigaadi, mis on varustatud raadiojaamaga seeriast «M». Need brigaadid on erinevatest masina-traktorijaamadest ja side nende vahel ei ole vajalik.

Vastuvõtul töötamise juures on mugavam kasutada umformeri asemel kuivpatareisid.

Raadiojaam töötab kahel kindlaksmääratud lainel, mis võimaldab väga kergesti, ilma kauase otsimiseta, saatja ja vastuvõtja vahel sidet luua. Lainete saatesageduse püsivus säilitatakse kahe kvarts-stabilisaatoriga, mille ülesanded on umbes sarnased pendli omadega ajanäitajas. Sõltuvalt väljavalitud laineist töötab korraka üks kvarts-stabilisaatoreist.

Et raadiojaamad, mis töötavad naaber-maa-aladel, ei segaks üksteist, lastakse raadiojaamu «Urožai» välja seeriatena. Igapähele neist vastab kaks kindlaksmääratud teineteisest erinevat lainet.

Vaatleme, kuidas organiseeritakse sidet ja milliseid võimalusi on raadiojaamal.

Esiteks, raadiojaam võimaldab pidada niinimetatud kahepoolset kõnet, ta annab võimaluse rääkida ja kuulata, samuti nagu harilikku telefoni kasutamisel. Vahe seisab ainult selles, et kaasvestlejaga kõnelemise ajal tuleb alla

suruda klapp, mis on paigutatud mikrotelefoni käepide-
messe.

Teiseks, mõnedel juhtudel, näiteks traktorijaamast inst-
ruktsoonide ja korralduste üleandmisel, mis puudutab kõiki
brigaade, võib aparaadi «Urožai» seada ainult ühepoolsele
sidele.

Lõpuks, raadiojaama «Urožai» võib ühendada telefoni-
liiniga ja retransleerida temaga telefonilist teadaannet,
samuti võib ühendada telefoniabonenti teise oma traktori-
jaama raadiojaamadega.

Juhul, kui on vaja pidada sidet punktide vahel, mis aset-
sevad teineteisest kaugemal kui 30 km, kasutatakse mõnda
vahejaama, mis retransleerib, s. t. võtab vastu ja annab ka
kohe edasi mõlema jaama töö.

Tavaliselt töötavad raadiojaamad selliselt, et kindlaks-
määratud ajal istuvad aparaatide juures valveametnikud
sisselülitatud valjuhääldajate ees. Ettekirjutustest ja distsi-
pliinist kinnipidamine raadiojaama töös on väga tarvilik,
vastasel korral hakkavad jaamad üksteist töötamisel
segama.

Traktoribrigaadide töö operatiivne juhtimine raadio teel
vähendab tunduvalt traktorite seisakuid, mis on tingitud
kütuse või varuosade puudumisest. Tööst vabanenud trak-
torid suunatakse kiiresti teistesse kolhoosidesse. Selle
raadiojaamaga on muutunud kergeks ka brigaadide töö
kokkuvõtete ja aruannete kogumine.

Raadiojaam õigustab täielikult oma ülesannet ja nime,
sest ta aitab võidelda suurema saagi eest. Ta on veel üheks
lüliks meie põllumajanduse varustamisel eesrindliku tehni-
kaga.

UUT METSAKEEMIAS

Keemiateaduste kandidaat A. I. Skrigan (Minsk)

Peaaegu pool maailma metsadest asub Nõukogude Liidu territooriumil.

Metsast saadav puit ei ole mitte ainult kütte- ja ehitusmaterjal — ta on ka väga väärtuslik keemiatööstuse tooraine. Puidu utmisel saadakse äädikhapet, puupiiritust, formalini, atsetooni. Okaspuu puit annab väärtuslikku vaiku, millest toodetakse kampolit ja tärpentini. Okaspuu puidu liigid on põhiliseks tooraineks tselluloosi saamisel ning paberi ja kunstiidi tootmisel. Puidujäätmete suhkrustamine võimaldab neist piirituse ja teiste produktide saamist.

Metsakeemia, mis on üks vanemaid tööstuskeemia harusid, leiab üha laialdasemat edasiarendamist nõukogude teadlaste töödes.

Palju uut on toonud metsakeemiasse valgevene teadlased.

Kõigile on teada, et vaik, peidetuna puidu erilistes rakkudes ja vaigukäikudes, aitab palju kaasa männipuidu pikaaegsele säilimisele, kaitstes teda mädanemise eest, mida kutsuvad esile seenekesed või roiskumist tekitavad bakterid. Ka kasvavad okaspuud katavad oma haavad nende mikroskoopiliste vaenlaste eest vaiguga. Tarvitseb vaid haavata mändi või kuuske, kui haav kiiresti kattub tugevasti lõhnava merivaigutaolise ainega. Selle meeldiv aroom on mikroorganismidele hävitav.

Tööstusele saadakse vaiku kasvavate puude täkitsemisel või männikändudest erilise töötlemise teel. Männivaik on ammu tuntud tärpentini lähteainena ja laialt kasutatav väärtusliku keemilise toorainena.

Männivaigu töötlemisel saadakse tavaliselt kaht ainet: tärpentini ja kampolit. Tärpentini kasutatakse laki-värvitööstuses vaikude lahustajana, kampolit aga materjalina paberi liimistamisel, rasvade asendajana seebikeetmisel,

samuti lakkide, kiti, pigi, pitsatilaki jne. tootmisel. Nii kasutati vaiku kogu maailmas paljude aastakümnete jooksul. Nõukogude Valgevene teadlased, õppinud tundma tärpentinini keemilist koostist, näitasid kätte tee, mis võimaldab eraldada temast võrratult väärtuslikumat ainet — männiõli, mis on juba praegu leidnud kasutamist flotatsiooniprotsessides maakide rikastamiseks. Männiõli on kujunenud väga heaks asendajaks kallitele flotatsioonivedelikkudele.

Flotatsiooniprotsess põhineb sellel, et kaks mittesegunevat vedelikku, näiteks vesi, mis hästi märgab aherainet, ja mingisugune õli, mis märgab väärtuslikke mineraale, lisatakse peenestatud maagile. Pärast seismist jäävad ülemisse, õlikihti vajalikud mineraalid, alumisse, veekihti aga aheraine.

Üks tonn tavalist vasemaaki sisaldab ainult 10—20 kg metalli. Ülejäänud maagi moodustab aheraine — lubjakivi, savi, liiv. Teiste sõnadega — selleks, et saada tonn vaske ilma flotatsiooni rakendamiseta, oleks vajalik olnud ümber sulatada 100 tonni maaki.

Flotatsioonimasinate töö põhimõte seisab skemaatiliselt järgmises. Vanni tuleb hästi peenestatud maak, mis on vees suspendeeritud seisundis; siia lisatakse tähtsusetu annus õli. Kihistumist ja vahustumist tõhustatakse õhu läbipuhumisega, mille tagajärjel tekib väga palju vahtu. Ülipeenened vahumullide kelmed koguvad võrdlemisi lühikese ajaga oma pinnale väärtusliku mineraali terakesi. Mineraaliga rikastatud vaht juhitakse teise vanni, kust saadaksegi kontsentraat. Kontsentraat sisaldab 10—20 korda rohkem metalli kui lähtemaak.

Rikastatud maagid lähevad metalli väljasulutamisele. Selleks, et saada üks tonn vaske, ei ole enam vaja sulatada 100 tonni maaki, vaid jätkub 5 tonni rikastatud maagi ümbersulatamisest. Veel suuremat tähtsust omab flotatsioon ja männi-flotatsiooniõli kasutamine väärismetallide saamisel, mille hulk maagis on äärmiselt väike. Flotatsiooniprotsess on leidnud rakendamist ka kontsentreeritud fosforiitide saamisel ning savi, liiva ja teiste materjalide rikastamisel.

Õeldust on kerge taibata, missugust osa etendab flotatsiooniprotsess, kui suurt tähtsust omab männiflotatsiooniõli saamine, mis on parim ja odavaim vahustaja mineraalmaakide flotatsiooniprotsessis.

Praegu toodetakse männi-flotatsiooniõli tõrva-tärpentini-tööstustes, kuid tärpentinitööstuses kasutatav männiõli tootmistehnoloogia ei ole küllalt täiuslik. Puhta männiõli hulk, mida olemasoleva tehnoloogia juures saadakse, ei ole kuigi suur. Õli kuumendatakse osaliselt üle, osaliselt kaotatakse ja hajutatakse produktsioonis ja tõrva-tärpentini tööstusjäätmeis.

Meie laboratooriumes on nüüd välja töötatud ja tööstuslikuks kasutamiseks soovitatud uus männiõli saamise tehnoloogia, mille aluseks on kändude pürolüüs auruga puhumisel. Ülekuumendatud veeaur, võttes osa pürolüüsi protsessist, ühtlustab temperatuuri lagundamiskambris ja kiirendab produktide eritumist retordist, millega kaitseb produkte ülekuumenemise kahjustava toime eest. Uus tehnoloogia suurendab terpeenpiirituste, flotatsiooniõlide põhiliste ja tähtsamate koostisosade saamist 30—35% võrra.

Tehastes, kus kasutatakse uut tehnoloogiat, viiakse üheaegselt pürolüüsiga läbi toortärpentini puhastamine ja männiõli tootmine, mille tõttu kiireneb tootmisprotsess ja saadakse kohe valmisprodukt, mitte aga poolfabrikaat.

Uue tehnoloogia laialdane rakendamine metsakeemiatööstuses tõstab selle tööstusharu veel kõrgemale tehnilisele tasemele.

Paljutöötavad on valgevene teadlaste tööd turbatööstusest järele jäänud kändude kasutamise alal. Neist saadakse rida väärtuslikke keemilisi produkte, nagu tselluloos, piiritus jt.

Valgevene NSV omab hiiglasuuri turbarikkusi. Nende turbaleiukohtade iseloomustavaks omapärasuseks on see, et peaaegu pool neist kujutavad endast kannurikkaid kõrgrabasid. Nõndanimetatud känd-tooraine kogus kõrgraba turbalademeis ulatub vahel kuni $\frac{1}{10}$ kogu turba kogusest.

Turbakihi juurdekasv aastas võrdub keskmiselt ühele millimeetrile. Männikände esineb sageli turbaleiukohtades 5,5—6 m sügavuses. See tähendab, et selles sügavuses on puude säilmeid, mis kasvasid 5,5—6 tuhat aastat tagasi. Siinjuures olgu öeldud, et kõik meie poolt uuritud süvikännud olid männikännud; teiste puuliikide (lepa, kase, haava ja kuuse) kannud kujutasid endast isegi 40—50 cm sügavuses ainult massi, mis peaaegu üldse ei erine turba-massist.

Turbalademe sügav läbilõige oleks nagu jäädvustanud

endas vahelduva pildi metsade ilumisest ja kadumisest. Sellest kõneleb kändude mitmekihiline asetus ja kändude protsent üksikuis tsoonides. Puude kännud jutustavad meile ka sellest, et 3—4 tuhat aastat tagasi kasvasid siin hiiglaslikud puud võimsa juurtesüsteemiga. Meile toodud kännul, mis on välja võetud 3,25 meetri sügavusest, oli 7 hargnevat «käppa», millest üks, kaaluga 75 kg, võeti laboratoorsele uurimisele.

Igal aastal saadakse turbatööstuses jäätmetena kümneid tuhandeid kuupmeetreid känd-toorainet. Senini kuhjus enamik sellest toorainest turbatootmise asupaika, kuna ainult väiksem osa ära põletati. Praegusel ajal kasutatakse ainult pindmisi männikände. Käitiste töö kindlustamiseks tuleb kände korjata suurtelt maa-aladelt. Kuid isegi keskmise võimsusega käitis töötab kiiresti ümber kogu lähedaloleva tooraine, mille tõttu seda toorainet tuleb vedada kohale sadade ja isegi tuhandete kilomeetrite kauguselt.

Valgevene teadlased on oma töödega tõestanud, et turbaleiukohad oma kändudega on rikkalikud väärtusliku tooraine laod, mis on rajatud looduse poolt 3—5 tuhande aasta jooksul ja koondatud väikesele maa-alale. Üks või kaks sellist turbaleiukohta võivad juba kindlustada tooraine võimsale keemiavabrikule. Meie laboratooriumi kaastöölised on saanud selliseist turbatööstuse poolt kasutamata jäetud kändudest kõrgekvaliteedilisi männiõlisisid.

Nende kändude puidu mõrades, koore all ning aastalõimedele peal leidub valgeid nõeljad kristalle. Kristallide täpne keemiline uurimine on näidanud, et need on fihteliit ja šeereriit — ained, mis on ehituselt lähedased abietiinhappele, mis kuulub okaspuude vaigu koostisse. Fihteliit ja šeereriit on abietiinhappe tuuma taandumis- ja hapendumisproduktid.

Fihteliiti ja šeereriiti võib suurel hulgal saada süvikkändudest. Katsed on näidanud, et mõlemad on heaks tooraineiks rea väärtuslike keemiliste ainete sünteesile, eriti bioaktiivseile aineile.

Valgevene Teaduste Akadeemia laboratooriumides on tõestatud tselluloosi saamise võimalus turbatööstuse poolt kasutamata kändudest.

Samuti on laboratoorsed katsed näidanud, et süviktooraine puidu hüdroolüüs annab tähelepanuväärse hulga suhkruid, mida on võimalik käärida alkoholiks, kusjuures see

hüdrolüüs toimub poole väiksema hulga hapete mõjul kui tavalisest puidust, seejuures on aga saadud alkoholi hulk võrdne.

Seega annab känd-tooraine komplektne tööstuslik kasutamine võimaluse saada uusi väärtuslikke produkte: flo-tatsiooniõlisid, kristallilisi aineid fihteliidi ja šeereriidi näol, alkoholi ja tselluloosi kui poolfabrikaati paberi- ja kunstkiutööstusele.

Huvitavad on ka eksperimentaalsete andmete teoreetilised üldistused, mis on saadud süvikkänd-tooraine keemilisel uurimisel. See annab aluse nafta ja söe taimelisest materjalist, okaspuudest tekkimise teooria kinnitamiseks.

PABERI SÜND

F. Kravtšenko

Põlises Uraali metsas langesid mürinal elektrisaagidega lõigatud puud, kostis inimeste hüüdeid, mürisesid metsamaterjali tee äärde toimetavate traktorite mootorid.

Tselluloosi-paberikombinaadi töötaja kutsus mind siia «vaatama, kuidas paberit tehakse».

Kuni selle kohtamiseni metsas ei olnud ma varem paberivabrikus viibinud. Mul oli üsna ähmane kujutlus sellest, kuidas paberit tehakse, ja seepärast rõõmustasin ettepaneku puhul külastada üht meie suurimat paberikombinaati.

«Paberi tootmise algus on siin, metsas,» kõneles minu saatja. «Siin mõeldakse paberile juba maharaiutud puude sorteerimisel. Mitte kõiki puid ei saa muuta koolivihikuteks ja raamatuteks. Paberikombinaati lähevad ainult täiskasvanud kuused. Teistest puudest saab ehitusmaterjali, kolmandad lähevad lihtsalt kütteks.»

Palke, mis on määratud paberikombinaati parvetamiseks, nimetatakse propsideks.

Kui olime saabunud metsa ülestöötamiskohale, jätkas insener oma jutustust: «Juba esimestest navigatsioonipäevadest alates sööstavad hiiglasuured palgiparved jõge mööda Uraali pimedast laantest paberikombinaatidesse. Kaks sõna erutavad kogu kombinaadi kollektiivi: «Propsid liiguvad!»

Kombinaat peab end varustama toormaterjaliga terveks aastaks. Kevad Uraalis möödub ruttu. Parvetamiseks tuleb kasutada iga minutit. Ja katkematult läheb mets mööda jõge: ujuvad küttepuud, ujub ehitusmets, ujuvad propsid...

Metsaosakonna kollektiiv hoolitseb selle eest, et ükski palk ei jääks kahe silma vahele. Kõik, mis on talvel paberikombinaadi tarbeks valmistatud, peab saabuma tema

laoplatsidele. Siin seisavad kaabelkraanad, mis lossivad propse ja asetavad need riitadesse.

«Mitusada tuhat kuupmeetrit propse valmistasid meie paberitöölised möödunud aastal. Kõik see väärtuslik tooraine säilitati metsa ülestöötamiskohal.» Insener näitas mulle teravmeelset mehhanismi, mis oli määratud selleks, et vähendada tööjõu kulu ja muuta odavamaks metsamaterjali väljavedu ning säilitamist. «Mida odavamini toodame metsamaterjali, seda suuremaks kujuneb üleplaaneline sääst, mille eest võitleb kogu meie maa; mida vähem esineb toorainejäätmeid, seda enam toodab kombinaat paberit.»

Insener juhtis mind renni juurde, kus ujusid palgid — seesama väärtuslik propsimaterjal, mille valmistamist me metsas nägime. Rennis viis vesi katkematu vooluna endaga kaasa kuusepalke tselluloosi- ja puumassitehaste poole.

Saabusime sinna, kus toodetakse puumassi. Lähenedes hallile ehitusele, mis oli täis müra ja raginat, jutustas mu saatja lühidalt, et paberi leiutajad, iidsed Kesk-Aasia rahvad, peenestasid kiude kivist uhmril vee juurdelisamisel ja segasid sel viisil saadud «paberimassi» ammutustõrres suure hulga veega hästi läbi. Ammutanud puitraamile pingutatud peene siidist sõela abil teatud hulga paberimassi, ootasid nad, kuni vesi ära nõrgus. Sõelal moodustus niiske paberileht, mis paigutati vildile ja millest üleliigne vesi pressiga välja suruti. Siis kuivatati seda massi õhu käes. Pärast seda siluti paberit aluslaual silujatega ja lõigati ta katki.

Uhmri asemel töötavad nüüd puumassitehases tohutud masinad, mida nimetatakse defibröörideks. Sii saabuvad kooritud kuusepropsi halud, et muutuda poolfabrikaadiks — puumassiks, mida saadakse puidu peenestamise teel. Halud surutakse kruvipressi rõhuga vastu pöörlevate kvarts-tsementkivide silindrilist pinda ja muudetakse sellega kiiresti lugematuiks peenikesteks puukiududeks.

Kivi asetseb suures veega täidetud tõrres, ja halgude küljest rebitud puiduosakesed lahkuvad defibrööril koos veega vedela kollase massina.

«Teoreetiliselt on mass valmis,» ütles mu kaaslane, «ja teda võiks saata paberivabrikusse, kui halud oleksid peenestatud täiesti ühtlaselt. Tegelikult ujub aga massis rohkesti suuremaid osi — laaste — ja need tuleb välja püüda. Sellega tegeleb masin — laastupüüdja, mis kujutab endast

poosilindrilist, künasarnast sõela, milles tiirlevad teras-
rehad (neljalabaline vurr). Puidumass valgub laastu-
püüdja künasse. Peened osakesed lähevad veega läbi sõela-
avade, laastud aga riisutakse vurri labadega välja.»

Nii eraldatakse kõige suuremad laastud.

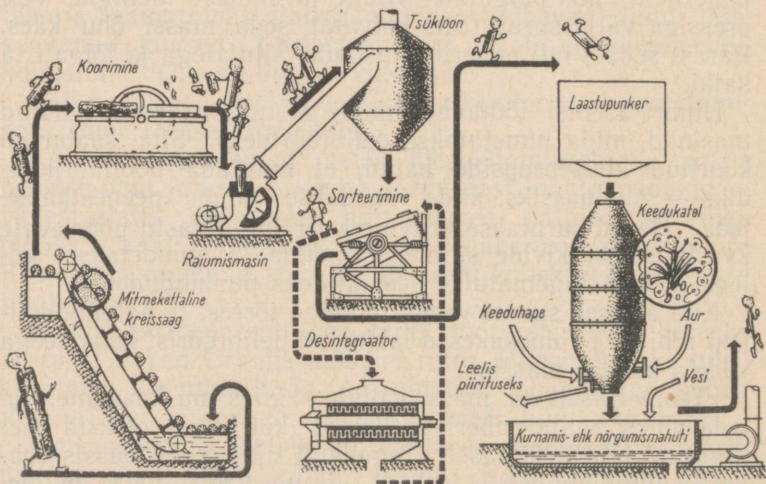
«Ka pärast laastupüüdmist,» jätkas ta, «võib leida puu-
massist hulgaliselt osi, mis on liiga suured selleks, et saata
neid paberivabrikusse.»

Ma tahtsin edasi liikuda, kuid mu saatja peatas mind.

«Siin on veel üks masin, millega peaksime tutvuma. See
on sorteerija. Neid võite leida meie kombinaadis kümneid.
Ja et mitte peatuda nende juures hiljem, kui te juba imet-
lete teisi masinaid, siis kõneleme sorteerijast kohe.

Ma mainisin praegu suuri osakesi, mis oskasid lipsata
läbi laastupüüdja sõela. Sorteerija eraldabki need töötle-
miskõlblikest osadest. Sorteerija sees tiirleb vaskne võrk-
trummel, millesse mass kokku valgub. Sobivad, s. t. peened
osakesed lähevad ühes veega tema augukestest läbi ja väl-
juvad masinast, kuid suuremad puiduosad takerduvad
trumli sisemusse. Trumlile antud kerge koonilisus sunnib
neid «vange» aeglaselt liikuma edasi trumli laiemasse otsa,
kust nad siis renni langevad.

Sorteerija «saak» on suhteliselt suur ja seda ära visata
oleks kuritegu. See saadetakse «rafineerimisele» rafinöör-



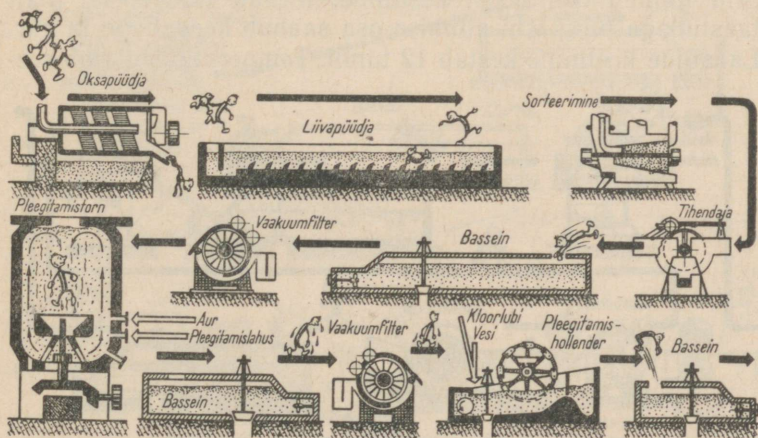
veskisse, kus kaks jahvatuskivi kõik suuremad massis olevad puidutükikesed katki hõõruvad. Siit juhitakse jahvatis massi peavoolu hulka.

Nõnda juhtubki, et me ise asetame puumassi teele tõkkeid ette ja ise aitame tal neid ületada,» lõpetas insener. «Aga nüüd kulgeb massi teekond paberivabrikusse ja meie teekond tselluloositehasesse. Paberivabrikusse on meil veel vara minna.»

«Odava ja hea paberi saamiseks segatakse meie vabrikutes võrdseis osades puumassi ja tselluloosi. Nii esimesel kui ka teisel juhul on meil tegemist kiududega, mis sooritavad matka pimedatest laantest paberikombinaatidesse, et muutuda valgeks poognaks. Ainult puumassist üksinda, mida me saame defibröörimest, ei saa valmistada vajaliku kvaliteediga paberit. Vaja on veel tselluloosi, samasugust puumassi, kuid nii töödeldud, et tema koostisosad sarnaneksid peenimate kiudude kimpudega, mida võib näha ainult mikroskoobi all.»

Me sisenesime tselluloositehase puidutsehhi. Avaras saalis, kuhu eri rennides saabuvad kooritud propsid, mürisesid raiumismasinad. Nad ahmivad palke taoliselt, nagu viljapeksumasinad neelavad trumliste heidetud viljavihke.

«Nende masinate sisemuses,» seletas mulle mu kaaslane, «pöörlevad tohutu kiirusega noad, sarnased nendega, mis peenestavad liha majapidamises tarvitatavas hakklihamasinas. Vahe on ainult mõõdetes ja jõus.



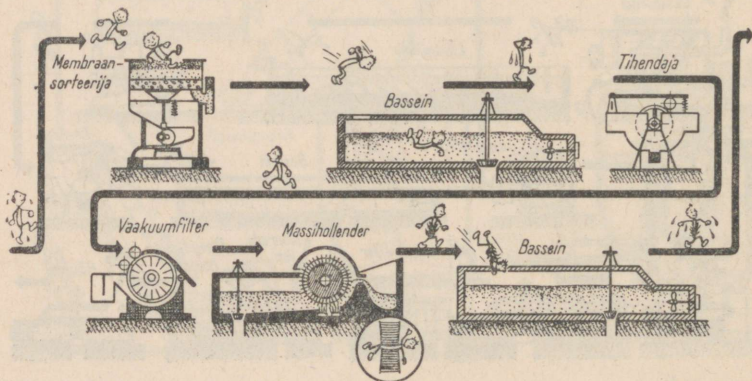
Iga noalöök eraldab palgist peenikese puuviilukese, mis silmapilkselt laastudeks purustatakse. Noa taha kinnitatud labidatega tekitatud õhukeeris viib laastud masinast välja.»

«Nii nagu defibrööride järel,» ütles insener naeratades, «on ka raiumismasinate järel valveahelik, mis õngitseb liiga suured osad välja. Seda teostab see rappuv sõel. Sobiva suurusega puiduosad lipsavad sõelast läbi, suuremad aga, hüpeldes sõela peal, pudenevad — nagu näete — üle ääre. Nad lähevad peenestajasse ehk, nagu teda teisiti nimetatakse, desintegraatorisse.

Desintegraatoris pöörlevad hiiglakiirusega kettad, kiskudes laastud endaga kaasa. Paiskudes hooga vastu metallvardaid, mis on liikumatult kinnitatud masinakere sisemistele seintele, purunevad suured laastud osadeks. Peenestatud osad pöörduvad tagasi sõelale. Sel korral hüppavad ka nemad õnnelikult sõelaukudest läbi, ühinevad üldise vooluga ning sõidavad transportööridel edasi keedutsehhi.

Pärast seda, kui propsid on muutunud laastudeks, algab tselluloosi keetmine. Selleks on vaja keeduhapet, mis kujutab endast kaltsiumbisulfiti ja väävlisgaasi vesilahust. Seda hapet valmistatakse siin tehases.»

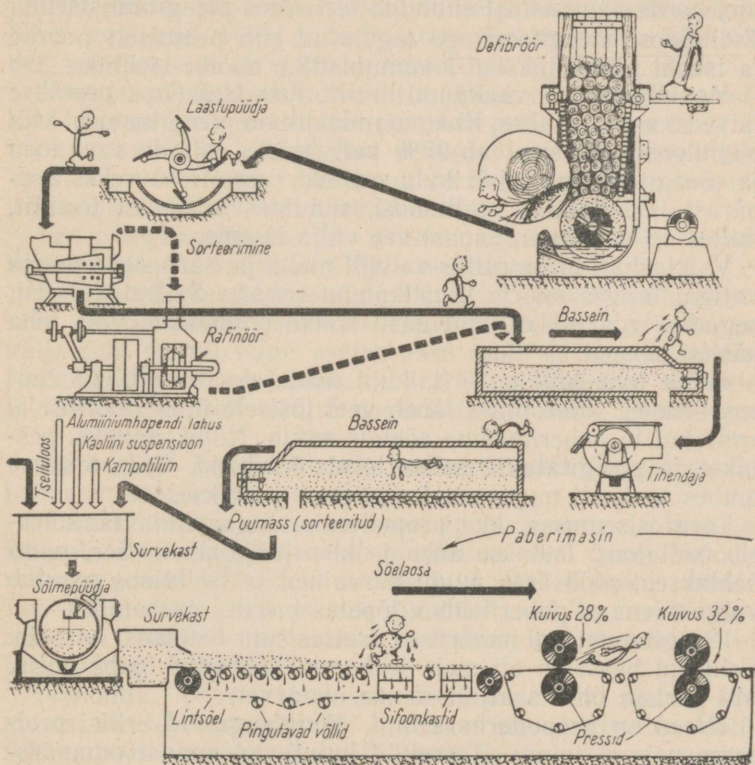
Mulle näidati kõrgeid torne, milles hapet toodetakse. Põletades spetsiaalseis ahjudes väävlirähka, saavad tselluloositöötajad väävlisgaasi. Nad lähustavad seda vees lubjakivi mõjutusel. Sel viisil saadud nn. tornihape suunatakse statsionaarseisse kateldesse, mille igäühe maht on 100 m³. Siin toimub tselluloosi keetmine. Katlad täidetakse ülalt laastudega ning läbi alumise osa saabub keeduhape ja aur. Laastude keetmine kestab 12 tundi. Temperatuur ulatub see-

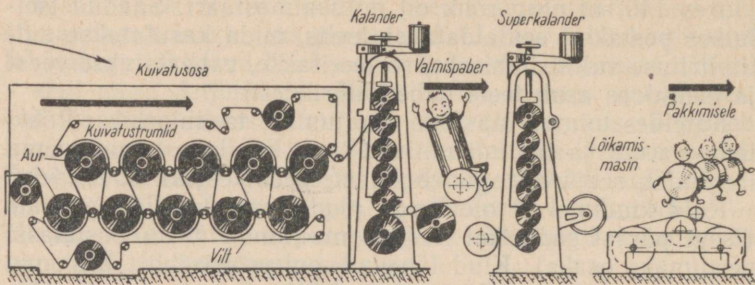


juures 140°-ni ning rõhk on mitu atmosfääri. Saadud tselluloos pestakse, eemaldatakse leelis, mida kasutatakse sulfitpiirituse valmistamiseks, sorteeritakse, vabastatakse veest ja tselluloos asub teele paberivabrikusse.

Kateldes toimub laastude muutumine tselluloosiks. Rõhk, temperatuur ja hape sunnivad iga laastukest vabanema ligniinist, seejärel laguneb laast peenikesteks kiududeks.

Kuid kiududel ei ole kerge jõuda paberimasina sõelale (isegi pärast seda, kui nad on muutunud tselluloosimassi peenimaks osaks). Kiud lähevad puhastustsehhi, kus nad peavad ühes veega läbima oksapüüdja. See masin, mis töötab nagu defibrööri juures seisev sorteeriija, eraldab hoolikalt kiud oksatombukestest ja läbiketmata laastudest. Edasi juhatakse tselluloos pikka renni, mida kutsutakse liivapüüdjaks. Liivapüüdja põhja sadestuvad mineraalosalad, mis





võivad paberimasina tööd raskendada ja paberi kvaliteeti halvendada.

Ja jällegi on teel ees takistus — sorteerija, mis püüab välja jämedaid kiude ja teisi suuremaid osi. Pärast sellist järjekordset puhastust suundub tselluloos pleegitamistsehhi. Tselluloosi pleegitamisega tegelevad siin peamiselt noored ja tsehhi nimetataksegi kommunistlike noorte tsehhiks.

Me lähenesime vaakuumfiltreile, kus tselluloos pestakse ja veest vabastatakse. Ebamajanduslik on pleegitustorni viia tselluloosi, mis sisaldab 97% vett: tuleks ehitada suur torn ja pleegitatismaterjali kulu osutuks samuti suureks. Seejärel tihendatakse tselluloosi, sundides võrgulist trumlit, milles on vaakuum, temast vee välja imema.

Valkjashall mass rullus valtsilt maha ja, sarnasena märja vatiga, langes suurte tuustikutena renni. Sellest massist, segades teda nii, et kiud hästi kokku põimuksid, võib teha käsitsi paberit.

«Võib teha küll paberit, kuid madalakvaliteedilist,» lausus insener. «See mass läheb veel tõsisele ümbertöötlusele, enne kui ta paberimasina sõelale satub. Nüüd, näiteks, pestakse ja pleegitatakse selles tornis kiudusid. Seda tehakse umbes taoliselt nagu pesukojas pesu pestakse.

Torni sisemusse, kus propellereist tagaetuna tsirkuleerib tselluloos, lastakse auru ja kloorlubjalahust. See, nagu öeldakse, «sööb ära» puidu värvained ja tselluloos muutub valgeks «nagu paberileht,» lõpetas insener naeratades.

Pleegitamistorni naabruses asetses suur betoonist bassein. Selliseid basseine oli meie teekonnal esinenud juba mitu. Ma pärisin oma saatjalt nende otstarvet.

«Need on propellerbasseinid. Mingisuguseid erilisi protsesse neis ei toimu. Basseinid kujutavad endast omapäraseid akumulaatoreid, mis võimaldavad alati omada teata-

vat tselluloosivaru. Kui näiteks mõnes masinas tekib seisak, siis katkeb tselluloosivool. Jääksid seisma kõik masinad, mis töötavad selle masina järel. Jääks seisma ka meie tehase peamasin — paberimasin. See oleks juba tõsine lugu. Et ei tekiks selliseid seisakuid, on tehnoloogilisse voolu lülitatud need basseinid. Kui midagi juhtub, on alati võimalik mõni tund töötada nende varude arvel. Aga selle ajaga häire juba kõrvaldatakse.

Propellerbasseinideks nimetatakse neid sellepärast, et igaühes neist pöörleb propeller, mis hoiab nende sisu lakkamatus liikumises. See on vajalik selleks, et mass oleks alati ühtlane ega oleks eraldunud veeks ja põhjasettinud kiudude kihiks.»

Juteldes me eemaldusime basseinist ja möödusime veel ühest vaakuum-filtrist. Mu saatja seisatas uue basseini juures, mis erines veidi sellest, mille juures me alles äsja olime peatunud. Põiki seda basseini pöörles suur võrksilinder, mis pooleldi oli sukeldunud tselluloosimassi.

«See on pleegitamishollender,» jätkas mu kaaslane vestlust. «Nagu heas pesumajas pestakse pesu kak korda läbi, nii ei rahuldu ka pleegitajad sellega, et tselluloosikiude «pestakse» läbi ainult üks kord, tornis. Siin, selles basseinis, kohtavad kiud veel kord kloorlupja ja auru.

See pleegitamishollender töötab nagu pesupesijal tegutsevad käed. Ta «väänab välja» tselluloosi.

Kasutatud pleegitamislahus, milles ujuvad tselluloosikiud, imbib trumli sisemusse. Sealt püütakse ta koppadega välja piki trumli telge asetsevasse renni ja eemaldatakse. Need kopakesed on kinnitatud trumli sisemistele seintele ja töötavad täpselt samuti nagu kõigile tuntud tõsteratas.»

Ma ootasin kannatamatult tutvumist paberimasinaga ja hakkasin seepärast inseneri kiirustama.

«Oodake veidi,» naeratas tema, «paberimasin ei ole enam kaugel, kuigi tselluloos peab matkama veel kaua mööda mitmesuguseid filtreid ja sorteerijaid. Me ei peatu nende juures. Need masinad on teile nüüd tuttavad, ka nende ülesanne on lihtne — puhastada tselluloosi nii, et temasse ei jääks ühtegi tombukest.

Teekonnal paberivabrikusse huvitab meid ainult üks masin. Me lähenemegi talle — see on massihollender. Välistelt sarnaneb ta pleegitamishollendriga, ta on samasugune bassein ja samuti keerleb põiki basseini trummel. Ainult —

vaadake — ühtegi avaust ega auku ei ole tema pinnal. Vastupidi, tema pinnale on asetatud paralleelselt teljega õhukesed noad. Trummel on nagu suur, väga lai hammasratas erakordselt tiheda hammastikuga.

All basseinis, trumli all asetseb nn. «alusliist» — kogumik pikki nuge. Hollendri ja alusliistu vaheruum on väga väike. Tselluloosikiudude sattudes sellisesse vaheruumi peenestatakse nad nagu rohi mäletseva lehma hammaste vahel.

Kiududega toimub siin sama, mis rohuga lehma suus. Muljutuna, puruks litsutuna, nad ei ole enam kiud: osa neist muutub limataoliseks, osa laguneb ja muutub peenikeste niitide kimbu sarnaseks.»

«Massihollender teeb väga tähtsa töö,» jätkas insener. «Ta annab tselluloosiosakestele võime ahelduda üksteisega nii, nagu ahelduvad vildis villakarvad.

On ju näiteks teada, et headest peenesordilistest villadest saadakse peenike, kuid tugev kübaravilt. Kuid proovige teha lihtsa vildi valmistamiseks kasutatavatest villadest vilti, mis oleks niisama õhuke nagu kübaravilt. Nii on ka lugu paberiga. Mida paremini massihollender tselluloosi peenestab, seda tugevam on paber.

Ning sellepärast, nagu te teate, lisandatakse paberi valmistamisel tselluloosile puumassi. Aga puumassi-osakesed ahelduvad üksteisega halvasti ja segavad ühinemast ka tselluloosiosakesi. Sel põhjusel peab tegema nii, et paberi tselluloosist skelett oleks väga kõva. Siis võib teda ilma kartuseta ümbritseda «passiivse», kuid see-eest odava puumassiga.»

Kõnelust jätkates viis insener mind kuivatus-pakkimis-paberitsehhi. Siin lõppes tselluloositehase «majapidamine». Suures kuumas saalis seisis kaks masinat. Ühel neist kuivatati tselluloosi, muutes seda tihkeks ribaks, mida pärast kuivatamist lõigatakse lehtedeks; masin, mis töötles jäätmel, tegi pakkimispaberit. Kuna mul seisis ees tutvus «tõeliste» paberimasinatega, mis on üles ehitatud samadel printsiipidel, siis ei peatunud insener selles osakonnas kaua. Ta soovitas, ei tea miks, pöörduda tagasi keedutsehhi. Kui ma avaldasin soovi kiiremini näha, kuidas me palgid paberiks muutuvad, vastas insener:

«Kõnelgem veidi inimestest, kes teevad paberit maa tarbeks. Ei saa mööduda inimestest ning meie juba läksime neist mööda, rutates järele matkavaile kiududele.»

Mind tutvustati Jevstafi Titoviga. Mitu aastat oli ta töötanud Balahna vabrikus, mis on kujunenud paberiala meisterlikkuse paremaks kooliks. Nüüd on ta siin vanemkeetja, teisiti väljendades — keedutsehhi meister. Koos Petroviga võitles ta ööpäevagraafikute ja keedu tehnoloogilise režiimi kõvendamise ning keeduhappe kanguse suurendamise eest. Olles sotsialistlikus võistluses meister V. Goldobiniga, moodustas ta parima brigaadi, kuhu kuuluvad eesrindlikud keetjad, laastutransportijad, regenererijad, leelisetöölised. Nende hulgast kasvas välja parim tootmistööline — vanemkeetja B. Parfenkov, kes annab ainult kõrgekvaliteedilist toodangut.

«Neljakümne seitsmendal aastal,» kõneles Titov, «saime sellest katlast ühest keedust üheksateist tonni tselluloosi. Kuid möödunud aastal, ühinedes moskvalaste ja leningradlaste üleskutsega üleplaaniilise säästu alal, lahendasime me happe ja auru kokkuhoiu küsimuse ja hakkasime täiendavalt tihendama laaste katlas. Nüüd võtame 19 tonni asemel igast katlast üle 22 tonni tselluloosi. Kuid auru ja happe kulu on sama.»

«Ja see ei ole veel piir. Me kihutame veel rohkem oma tehnikat taga,» sõnas insener vahele.

Puuosakonnas peetakse võitlust puidu kao vähendamise eest puukoorimisel. Vahetuse ülem Nikolai Purtovi tegi ettepaneku vähendada neid kadusid plaanis ettenähtuga võrreldes veel 1% võrra. Ja mis juhtus? Kolm vahetust saavutas möödunud aastal üleplaaniilist säästu saja tuhande rubla suuruses. Mingisugust uut tehnikat siin tarvitusele ei võetud — inimesed lihtsalt õppisid tehnoloogilist protsessi hoolikalt tundma. Tehti kõik selleks, et koosse ei satuks puitu.

Kombinaadi tsehkhides peetakse visa võitlust «läbitöötatud» vee maksimaalseks kasutamiseks. Varem läks töödelatud vesi jõkke, viies endaga kaasa palju tselluloosi ja puumassi väärtuslikke osi. Nüüd kasutatakse teda uuesti tehases. Kiu kadu on tunduvalt vähenenud. Kombinaadi kollektiiv võitleb visalt selle eest, et kiud ei läheks jõkke. Selline tooraine püüdmine annab täiendavaid tonne paberit. Seks otstarbeks soovitas Titov üles seada omakonstrueeritud püüdja kurnamissõlmes.

Kombinaadi parteiorganisatsioon peab, tihedas kontaktis direktsiooniga, võitlust tehasesisese isemajandamise juurutamiseks. Nüüd ei saa tsehhi halvasti töötav juhataja ennast

enam peita hea töötaja selja taha. Isemajandamine tõi välja tootmise seisukorra tõelise pildi, tsehhi juhtide asjatundlikkuse näitaja.

Kuni isemajandamisele üleminekuni ei töötanud püüdmissaparatuur, palju kiudusid läks jõkke, liimimismaterjali kulutati ilma kindla normita — «silma järgi».

Tehasesisese isemajandamise juurutamine, samuti tsehhide ja brigaadide isemajandamine innustas kogu kombinadi kollektiivi, alates direktorist ja lõpetades lihttöolisega, võitlusele üleplaaniilise säästu, kõrge kvaliteedi ja üleplaaniilise paberitootmise eest. Sel aastal kavatakse kombinat anda miljoneid rublasid üleplaaniilist säästu.

Mida kõike suudab teha nõukogude inimene, õppides kalliks pidama oma tööaega ja «taga kihutama» temale usaldatud tehnikat.

«Ma pidasin teile sihilikult selle loengu,» ütles insener, kui tselluloositehasest lahkusime, «et te vaataksite paberivabrikus mitte ainult imepäraseid masinaid, vaid kõige esmalt inimesi, kes neid masinaid teenindavad.»

Nüüd viimaks nägin ma neid masinaid.

Suures heledas saalis oli neid kaks. Mõlemad nad kujutavad endast «iseseisvaid vabrikuid». Ühel masinal töötab tuntud paberitootmise meister, sõelujat Vassili Bogatšev, teisel Aleksander Tjumin, kommunistlike noorte ja noorte brigaadi juht. Saalis on kuum, inimesed töötavad spordisärkides. Iga masina märgosa on avatud, kuivati asetseb hiigelkatuse all. Esimesel silmapilgul haarab silm vaid lõputuid valgeid ribasid, millede liikumine on eemalt vaevalt märgatav.

Saali vaatlus algab mitte masinaist, vaid torude kohal, milledes matkavad kuusepuidu kiud, rippuvast hiigelloosungist.

«Seltsimehed sõelujad, kuivatajad, pressijad!

Pidage meeles, et tühikäigu vähendamine 1% võrra annab ühe masina kohta aastas sadu tonne paberit.»

«Te pange tähele,» ütles mu saatja, «et jutt on ainult ühest protsendist ja seejuures selline efekt! Eks ole tõi, tasub jännata nende masinatega, et nad ei laiskleks?»

Ma märkasin juba varem, et siin kõneldi paberimasinaist nagu elusolendeist.

Vabriku juhataja tutvustas mulle sõelujat Aleksander Tjuminit, tagasihoidlikku, ujedat kommunistlike noorte ja

noorte brigaadi juhti. Tal polnud aega minuga jutelda — ta «valas» paberit. See termin vastab täielikult tootmisprotsessile. Veega segatud paberimass «valgub» paberimasina liikuvale sõelale. Paberit tööpoolest valatakse.

Kuid enne, kui puidukiud võivad voolata masina pronks-sõelale, alluvad nad täiendavale ümbertötlusele.

Selleks, et paber oleks tugev, lisandatakse paberimassile liimi juba hollandrites. Et paber muutuks siledamaks ja ilusamaks, lisandatakse kiulistele poolfabrikaatidele kaoliini. Enne kui kiud satuvad masina sõelale, värvitakse neid vajaliku värviga.

Vedela puumassiga (mis saabub torusid mööda puumassitehasest) segunev tselluloos suunatakse veskisse, kus toimub edasine paberimassi peenestamine. Spetsiaalseis aparaatides segatakse vajalikud komponendid vastavalt kindlaksmääratud paberisordi retseptuurile. Lõpuks pumbatakse paberimass masinasse. Nüüd on ta oma koostiselt ühtlane. Läbides liivapüüdja ja sõlmepüüdja, valgub paberimass sujuvalt paberimasina liikuvale lõputule lint-sõelale. Lahjendatuna ringleva veega kuni 1% absoluutse kuivaine kontsentratsioonini, liigub paberimass mööda sõela, mis on tõmmatud peaaegu horisontaalsesse asendisse kahe alusvõlli vahele ja mis hoitakse ülal rea väikeste võllidega. Et mass ei valguks kõrvale, on sõel mõlemast küljest piiratud kahe äärerihmaga.

Minu silmade ees toimus peaaegu fantastiline protsess. Masina ühest otsast, esimese võlli juurest, läheb sõelale ühtlase vooluna veega lahjendatud paberimass ning teises otsas keritakse juba valmispaberit laia ribana rullaparaadile (tambuurile).

Paberilaid vabaneb veest pidevalt: algul sellepärast, et vesi nõrgub läbi sõelaukude, hiljem sõela alla paigutatud «sifoonkastide» tõttu, milles on vaakuum.

Lintsõela lõpul liigub paberilaid läbi kahe pressvaltsi vahelt, kus temast jälle vett välja pigistatakse. Edasi läheb paberilaid järjestikku asetatud kahe paari pressvaltside vahele. Pressvaltside vahel liigub lõputu vilt, mis juhib edasi niisket ja seepärast veel nõrka paberilaid pressilt pressile. Pärast presse muutub paberilaid kuivemaks — temas on 30—35% kuivainet.

Sündiva paberi edasine tee kulgeb läbi masina kuivatusosa, mis koosneb 40-st tulise auruga kuumutatavast silindrist. Minnes nende vahelt läbi, muutub paberilaid täiesti

kuivaks. Kaks viimast silindrit on jahutajad: nad vähendavad paberi temperatuuri ja annavad talle läike. Neid silindreid jahutatakse läbivoolava veega.

Edasi läheb paberilaid läbi kalandri, mille peegelsäravad silindrid siluvad paberit nagu triikrauaga, ning paber muutub tihkeks ja siledaks. Valmispaber keritakse rullaparaadi (tambuuri) peale. Lõikepink lõikab laia pabeririba võrdlemisi kitsasteks ribadeks, mis on kohased rotatsioonmasinatele.

Paber keritakse spetsiaalseile poolidele, praakija määrab tema kaalu ja tiheduse järgi kindlaks sordi, ja juba saadavad tõstekraanad ta paberilattu. Rullidel võib lugeda numbrit, kaalu ja pikkust. Ühel rullidest ma lugesin: «315 kilogrammi, 4773 meetrit» ja allpool: «Haakidega mitte haarata!»

Ööpäevas laseb selline tselluloosi-paberikombinaat välja sadu tonne paberit.

MIKROOBIDE ENERGIA

Insener A. Bujanov

Aine muutmine vabrikuis ja tehaseis toimub tavaliselt energia arvel, mida saadakse soojus- ja hüdroelektrijaamadest. Kuid esineb ka selliseid tootmisviise, mille juures aine muutmiseks kulutatava energia põhiliseks allikaks on mikroobide (nii nimetatakse mikroskoopilisi organisme — seenekesi ja baktereid) energia.

Iga veetilk on omapäraseks «elamuks» niisugustele mikrokoopilistele olenditele ning tolmukübemekesed õhus on «lennukiteks», millel seente ja bakterite eosed matkavad.

Seenekesed ja bakterid on taimorganismid. Seenekesteks nimetatakse lihtsamaid taimi, millel puudub leheroheline — klorofüll (sealhulgas pärmi- ja hallitusseened). Bakterid kujutavad endast kõige lihtsamaid vetikaid, olles enamasti üherakulised organismid. Sellised üherakulised mikroorganismid võivad teha tohutu suurt kasulikku tööd.

Mõned neist baktereid «töötasid» möödunud aastatuhandete vältel ja jätsid rikkaliku pärandi rauamaagi tohutute lademetega, tervismuda, põlevgaasi ja teiste meile väärtuslike ainete näol.

Teisi kasutab inimene praegu taimede toitumise parendamiseks ja reas toiduainete- ning keemiatööstuse tehastes.

Paljude endiste veekogude põhjas lamab mikroobide kõige rikkalikum pärand. Mikroorganismide arvukad asundused kogusid siia aastatuhandete jooksul rauamaaki.

Mikroskoobi all sarnaneb ühe mikroobideasunduse paljumiljoniline elanikkond pruunidest niitidest koosneva vildiga ja kujutab endast mikroskoopilisi torukesi, rauabakterite majakesi.

Torukeste sisemusse imbudes tõi vesi endaga kaasa vees lahustunud raua süsihappesoolasid ja hapnikku. Bakterite elutegevuse tagajärjel oksüdeerus raud raudhüdrosüüdiks

ja ladestus hüübivate torukeste siseseintele. Sures katsid bakterid nagu raudmuumiad veekogude põhja hinnalise maagi paksu kihiga¹.

Rauabakterid, mis avastati ja mida uuriti juba möödunud sajandil vene teadlase Sergei Nikolajevitš Vinogradski poolt, kasutavad oma oluseks energiat, mis vabaneb niisuguste anorgaaniliste ühendite oksüdeerumisel, nagu on raudalahapend. Oma elamiseks ja arenemiseks ainult anorgaanilisi aineid kasutavate mikroorganismide avastamine omas suurt teaduslikku väärtust, kuna varem tunti vaid selliseid mikroorganisme, mis arenesid orgaaniliste ainete varal. Rauabakterid on klorofüllivabad taimorganismid. Need olendid elavad mitte päikesekiirte energia, vaid keemilise energia varal. Nõnda selgitati veel üks looduse mõistatus ürgse elu arenemise kohta maakeral anorgaaniliste ainete varal.

Mikroobi kehake, tänu temas leiduvatele bioloogilistele katalüsaatoritele — fermentidele, kujutab endast mikroskoopilist laboratooriumi, milles toimuvad mitmesugused keemilised protsessid. Tõsi küll, see «keemiline» laboratoorium on niivõrd pisike, et temas võib toimuda üheaegselt vaid ühe molekuli muutumine, aga see-eest on sellise muutumise kiirus suur. Nii näiteks võib 1 g ferment ureaasi 5 minuti jooksul töödelda kusiainest 130 000 milligrammi ammoniaaki. Muutmisprotsess toimub soodsatel tingimustel katkematult.

Mikroorganismide paljunemise kiirus on grandioosne. Ühest bakterirakust, mille mõõted moodustavad 1—2 mikronit, tekib — rakkude võime juures poolduda igas pooles tunnis — juba 5 tunni möödudes 1024 rakku. 10 tunni pärast on «perekond» kasvanud 262 144 rakuni, 15 tunni pärast on neid 265 275 636 ning 20 tunni möödudes ulatub sündinud rakkude arv juba sadadesse miljarditesse, kuid nende üldine kaal moodustab ainult 80 milligrammi. 30 tunni pärast küünib ühe bakteri «perekonna» kaal juba 89,2 kg-ni. Progressiivselt kasvades kaalub järelopv 40 tunni pärast 18 841,6 tonni.

Loodus ei ole aga võimeline varustama seda elava mateeria sünteesi vabrikut küllaldase toitainete hulgaga.

Mitte ükski keemiatehas ei suuda nii kiiresti ja niivõrd lihtsate vahenditega sünteesida nii suurt hulka orgaani-

¹ Nii tekkis nn. sooraud. *Koostaja.*

lisi aineid. Inimene võib aga teadlikult luua soodsad tingimused väärtuslike ainete tootmiseks mikroobide abil.

Leidub nn. väävlibaktereid, mis on võimelised tootma väävelhapet. Nende mikroorganismide kehakesed tegutsevad «väävelhappetehastena», muutes vees lahustunud gaasilist väävelvesinikku väävelhappeks. Veebasseinides, kus sellised väävlibakterid elunevad, leidub alati lahustunud olekus lupja kaltsiumbikarbonaadi kujul. Astudes sellega keemilisse ühendusse, kujundab väävelhape kipsi.

Kips ei lahustu vees ja langeb sademena põhja. Aja möödudes muutuvad kipsilademed mineraaliks seleniit.

Nõnda puhastasid ühed mikroobid iidseid veekogusid elule mürgiselt mõjuvast väävelvesinikust, mis oli kogunenud teiste mikroorganismide arvel, kes elasid surnud loomade jäänustel.

Meie majesteetlik Must meri on oma suuremas osas surnud. Ainult tema ülemistes kihtides on elu võimalik. 150—200 meetrist allpool on Musta mere vesi küllastunud hukutavast väävelvesinikust.

Nõukogude teadlased avastasid, kuidas toimub väävelvesiniku muutumine bakterite kehakeses. Algul oksüdeerub väävelvesinik väävliks, mis sadestub poolvedelate tilgakestena väävlibakterite rakukeste protoplasmas. Bakterite jaoks on väävel tagavara-toitaineks ning tema kogumine on võimalik ainult väävelvesiniku ülikülluse juures. Tarvitseb aga väävlibakteril sattuda vette, kus ei ole väävelvesinikku, kui kohe algab väävli oksüdeerumine väävelhappeks.

Väävelvesiniku bakterite poolt väävliks muutmise protsessi uurimine võimaldas nende bakterite abi kasutada Musta mere vee puhastamiseks ja saada mikroobide energia varal grandiooset hulka väävli.

Bakterite mikroskoopilisi «laboratooriume» võib kasutada ka joodi, strontsiumi ja teiste haruldaste keemiliste elementide saamiseks mereveest.

Sotši kuurordi väävelvesiniku-veed on kogu maailmas oma tervistava mõju poolest kuulsad. Praegu on meil täiesti võimalik mikroorganismide abil saada niisugust tervisevett kunstlikul teel või kiirendada selle tekkimist paikades, kus see osutub vajalikuks. Sel viisil avaneb võimalus luua uusi kuurorte. Juba välja töötatud projekti kohaselt muudetakse Slavjanski järved Donbassis väävel-

vesiniku-vee allikaiks, mida hakatakse kasutama töötajate ravimiseks.

Tervismuda on tuntud juba väga ammu. Võimsad musta muda lademed Odessa limaanides ja mõnedes soolajärvedes evivad tervistavaid omadusi ja neid kasutatakse laialdaselt meditsiinilistel eesmärkidel.

Boris Lavrentjevitš Issatšenko, kes on uurinud tervismuda, avastas selles mikroorganisme, millede elutegevuse tulemusena see muda moodustub.

Kui aga mikroobid on juba tuntud, siis on võimalik toota tervismuda ka kunstlikul teel ja mitte aastasadade jooksul, nagu see toimub looduses, vaid mõne kuu vältel. See võimaldab mudakuurortide rajamist uutes paikades.

Looduses on avastatud väävlibakterid, mis omavad oma kehakeses värvainet — bakteriokloriini. Viimane absorbeerib infrapunaseid päikesekiiri. Oma keemiliselt koostiselt on bakteriokloriin lähedane klorofüllile. Tänu klorofüllitaolise aine sisaldusele on nn. purpursetel ja rohelistel väävlibakteritel võime haarata õhust süsihappegaasi ja muuta seda päikesekiirte energia abil süsivesikute tüüpi orgaaniliseks aineks, nagu see toimub kõrgemate taimede organismides.

Iidsel ajal põlesid Bakuu ümbruses «pühad tuled».

Ka nüüd tarvitseb vaid kaevata Bakuu lähedal Ataška mäel maasse väikese augu, kui sellest väljub põlevgaas. Süüdatuna võib see gaas põleda aastaid, kuna tema varud maa all on hiiglaslikud. Nõukogude Liidu territooriumil on avastatud mitu tuhat maa-alust «gaasitehast». On teada ka selle maa-aluse gaasi tekkimise saladus. Selle saladuse avastas Vassili Leonidovitš Omeljanski, kuulsa Vinogradski tähelepanuväärne õpilane.

Uurides tselluloosi lagunemist mikroorganismide toimel, avastas ta kaht liiki baktereid. Ühed neist kutsuvad esile käärimise, mille puhul eritub metaan, teiste tegevuse toimel eraldub vesinik. Omeljanski tõestab, et maa-aluste põlevgaaside kogunemine on suurel määral seoses selliste mikroorganismide elutegevusega.

Aastatuhandete jooksul kogusid bakterid põlevgaase surnud organismide kehadel elunemise arvel. Maa hoidis kogutud rikkuse alal. Musta mere kallastest kuni Kamtšatani ulatuvad võimsad maa-alused tsisternid, milledes säilib miljoneid kuupmeetreid gaasi.

Mikroobid inimese teenistuses

Meid ümbritseva õhukoostise koostisest moodustab $\frac{4}{5}$ lämmastik. Ometi, elades otseselt lämmastiku sees, ei suuda inimene ega taim omandada õhukeskkonnast mitte ühtegi molekuli lämmastikku. Mikroobide-maailmas on aga organisme, kes toituvad lämmastikust. Atmosfääri-lämmastiku sidumine nende poolt toimub orgaaniliste ainete oksüdeerumise energia arvel. Orgaanilise aine iga grammi oksüdeerumisel seotakse 15—20 milligrammi lämmastikku. Sellest lämmastikuhulgast piisab, et ehitada organismis 0,18 g valku.

Nagu muinasjutulised haldjad «püüavad» need mikroobid atmosfäärist lämmastikuaatomeid ja töötavad need oma kehakestes ümber lämmastikku sisaldavaks toiduks taimedele. Niisuguste mikroorganismide hulka kuuluvad lämmastiku- ja mügarbakterid.

Mügarbakterid «asustuvad» liblikõieliste taimede juurtele ja, saades taimelt süsinikku sisaldavat toitu, maksavad üüri pakutud korteri eest lämmastikku sisaldava toiduga. Need bakterid seovad 100—400 kg atmosfääri-lämmastikku pinnase iga hektari kohta. Nüüdisajal «töötavad» mügarbakterid miljonitel hektaritel nõukogude põldudel.

Lämmastikubakterid, millede poolt seemned juba enne külvi ümber töötatakse, tungivad koos kõrsviljade juurtega maapinda ja, intensiivselt arenedes taimede juurte piirkonnas, toidavad taime lämmastikainetega nende poolt omastatud atmosfääri-lämmastiku arvel. Need mikroorganismid koguvad pinnase iga hektari kohta 20—25 kg lämmastikku.

Lämmastikubakterid seovad tänapäeval meie sotsialistlikus põllumajanduses haritavatel põldudel iga aasta ligi 3 miljonit tonni õhulämmastikku, mis on võrdne kümnete suurte keemiatehaste toodanguga.

Võib oodata, et pole kaugel ka see aeg, mil meie keemikud suudavad atmosfääri-lämmastikku siduda samasuguse protsessiga, nagu see toimub looduses lämmastikubakterite juures. See avab uued perspektiivid võitluses saagi edasise tõstmise eest.

Mõnikord näeme kasvavate puude tüvedel seente inetuid muhke. Taimede-maailma «gulliveridele» on asunud elama «lilliputlased» — seened.

Suur ja lai on nende primitiivsete maaelanike kuning-

riik. Neid on kümneid tuhandeid eri liike. Selle kolossaalse pere hulka kuuluvad ka pärmi- ja hallitusseenekesed.

Pärmiseenekesed on meile hästi tuntud. Nad aitavad jahust leiba valmistada.

Pärmiseenekesed, mille sugulased «teenivad» inimest leivaküpsetustööstuses, sisaldavad tohtu suurel hulgal valkainet ja vitamiine. Tavaline leib sisaldab valku ainult 6 kuni 7%, liha 20—25%, kuid pärmis leidub seda ligi 45%.

1 kg kuivpärmil on valgusisalduse poolest võrdne 5 kg lihaga. Pärmivalgu kasvu kiirus ületab mitmekordselt liha juurdekasvu kiiruse isegi kõige kiiremini kasvavate kodulooma- ja linnuliikide juures.

Kui varem kehtis toitumise kohta järgmine valem: süsinik on kõikide taimede toit, taimed — loomade toit, loomad ja taimed — inimese toit, siis nüüd viisid keemikud sinna sisse paranduse.

Nad saavad valku sisaldavat toitu nähtamatuilt «tallekestelt» ning rasva mikroskoopilistelt «põrsakestelt».

Reservuaarist, mille maht on 50 m³, saavad nad pärmil kaasabil ööpäevas 200—250 kg kuiva valku, mis on väga rikas vitamiinide poolest. Et saada sama hulka kuiva valku lihast, on tarvis 36 poolteiseaastast siga, arvestades, et iga siga annab 20%-lise kuiva valgu sisaldusega liha 35 kg, mis ühe sea kohta moodustab ainult 7 kg kuiva valku.

Toitelahus, millel pärmil kasvatatakse, sisaldab mitte rohkem kui 1—1,5% puusuhkrut. Kuni 83% sellest töötatakse ümber valguks.

Mõned hallitusseened penitsilliini perekonnast, kasvades puusuhkru vesilahuses, koguvad 30—50% rasva. Seda rasva on kerge eraldada. Nii saadakse toidu- ja tehnilisi rasvasid.

Meie maa hüdrolüüsitehaseis, pärast saepuru, puidu- ja taimejäätmete suhkrustumist, käärib saadud puusuhkur pärmil abil piirituseks ja teisteks väärtuslikeks saadusteks. Nii võib saada, sõltuvalt ühe või teise mikroorganismi kasutamisest, ühest tonnist kuivast saepurust kuni 370 liitrit 100%-list piiritust, 100 kg glütseriini või 500 kg toitvat pärmil.

Kui puusuhkrut lasta käärida väävlisshappe või tema soolade manulusel, siis pole käärimise peaproduktiks mitte piiritus, vaid glütseriin. Seejuures saadakse glütseriin

koos äädikhappe-aldehüüdiga. Äädikhappe-aldehüüd eraldatakse ja töötatakse ümber äädikhappeks, ülejäänud lahusest aga eraldatakse glütseriin, mida saadakse käärinud suhkrust kuni 25%.

Glütseriin on üks väärtuslikemaid keemilisi saadusi. Teda kasutatakse parfümeerias ja lõhkeainete tööstuses, samuti kuulub ta mittekülmuva vedeliku — antifriisi¹ — koosseisu.

Vaatleme, kuidas tekib mikroobi mikroskoopilises keha-keses valkaine.

Süsivesikud, imbudes raku protoplasmasse, oksüdeeritakse, kusjuures tekivad orgaanilised happed. Need happed võivad anda ammoniaagiga ühinemisel amiinhappeid, s. t. valgu molekuli kõige lihtsamaid ehituskivikesi.

On teada, et loomade organism ei ole võimeline iseseisvalt looma valku lämmastikku sisaldavatest mineraalsooladest ja süsivesikutest. Loomad saavad valku taimedest valmis kujul. Kuid isegi teraviljades ei ületa valgu hulk 10—15%.

Meie maa loomakasvatuse hoogne areng vajab palju teravilja kui loomade valgurikast toidainet. Ja siin tulevad appi mikroobid, kogudes endi kehakestesse valku.

Tselluloosi- ja paberivabrikuis jääb pärast puulaastude keetmist järele sulfit-leelis, mis sisaldab kuni 40% lahustunud suhkurainet. Varem visati need leelilahused kui jäätmed ära. Neid oli palju ja et mitte nendega jõgesid reostada ja kalu hukutada, selleks ehitati keerukaid, kalleid puhastusseadmeid. Katsetused näitasid, et 60—70% leelises sisalduvast suhkurainest võib käärida alkoholiks.

See, millega varem reostati jõgesid, muutus nüüd tooraineks väärtuslike saaduste valmistamisel.

Selle asemel et heita leelist kanalisatsiooni, seda neutraliseeritakse. Selles leiduv suhkuraine pannakse käärima alkoholiks, mille järel alkohol eraldatakse. Järelejääv vedelik sisaldab veel vähesel hulgal suhkrut, millest aga piisab, et tehase pärmitsehhis selle toiduga «sööta» pärmi-seenekesi ja saada piimakarjale jõutoitu. Toodetud pärm eraldatakse separaatoreis, vedelikku aga kasutatakse uuesti. Jääkvedelikust saadakse aurutamise teel väärtus-

¹ Antifriisi kasutatakse peamiselt autode, lennukite jne. mootorite jahutamiseks, kui nad peavad töötama madalatemperatuurilises välisilmastikus. *Koostaja.*

likku produkti metallitööstusele — valumulla kõvendajat¹. 1 tonn seda produkti asendab 0,5 tonni dekstriini või 0,33 tonni linaõli või 1,45 tonni siirupit. Nii panevad keemikud kolm korda järjest oma käed ühe ja sama materjali külge ja iga kord saadakse sellest uusi väärtuslikke saadusi.

Tselluloosi-paberivabriku jäätmeist saadud alkoholi hind on kõige madalam, kuid ta väheneb veel 3 korda samaaegselt söödapärmide saamisel ja 7 korda pärmi ja valumulla kõvendaja kombineeritud tootmisel.

Saeveskeis kogunes varem terved mäed saepuru, mis koos puukoorte ja muude jäätmetega risustasid niivõrd tööstuse maa-ala, et nende jäätmete hävitamiseks tuli leitud erilisi küttekoldeid.

Tööstusjääde, mis varem põhjustas peamurdmist, kuidas temast vabaneda, kujutab endast nüüd põhilist toorainet uuele kõrvaltehasele, kus eelmainitud jäätmeist toodetakse suhkrut, piiritust, pärmi, glütseriini, atsetooni, rasvhappeid, piim-, sidrun- ja äädikhapet ning muid väärtuslikke produkte. Puidu suhkrustamisel saadakse kuni 90% glükoosi siirupi kujul, mida võib kasutada loomasöödaks või lasta käärida piirituseks. Pärast siirupi eraldamist võib järelejäävat lahust kasutada valgu- ja rasv pärmi kasvatamiseks. Kui pärm on eraldatud, jääb veel järele ligniin, mida võib kasutada kas aktiivsöe tootmiseks või plastmas-side tööstuses kunstvaikude lisandina.

Nahatööstuses soodustavad mikroorganismid naha parkimist, muudavad naha elastseks, vee- ja roiskumiskindlaks, s. t. takistavad mädanemist soodustavate bakterite toimet. Mis sünnib naha parkimisel?

Tamme, paju, saare ja mõnede teiste puude koor sisaldab glükoosi estritaolisi ühendeid gallushappega. Keemias nimetatakse neid ühendeid tanniidideks, igapäevases elus tuntakse neid aga parkainete nimetuse all. Naha parkimisel luuakse vastavate mikroorganismide poolt tingimused, mis võimaldavad naha valkainel ühineda tanniididega, mille tagajärjel tekib mittepaisuv ja vees mittelahustuv valkühend.

Pärmi ja piimhappebakteritega muudetakse piim kefiir-

¹ See tselluloositööstuse jäätmeist saadud materjal metallivalu tööde tarbeks pole mitte ainult odavam varem selleks otstarbeks kasutatud linaõlist, dekstriinist jt. materjalidest, vaid ka paremakvaliteediline ja võimaldab valmistada keerukamaid valuvorme. *Koostaja.*

riks, uueks väärtuslikuks toiduaineks, mis on küllastunud süsihapest ja mis sisaldab 0,73% piimhapet, niisama palju alkoholi, 3% rasva ja 2,6% suhkrut.

Millisel viisil võivad ühel ja samal toitematerjalil areneda mikroobide kaks eri liiki? Meie teadlased vastasid sellele küsimusele järgmiselt. Pärm toitub piimhappebakterite elutegevuse produktist — piimhapest — ja rikastab omakorda toitekeskkonda vitamiinidega, mis on vajalikud piimhappebakterite arenemiseks.

Sellise koostöö tulemusena saab inimene väga väärtuslikke saadusi.

Mittesoovitavate mikroobide arenemise tõkestamiseks luuakse toiteaineis kunstlikult vastavad tingimused sellega, et toiteainet soolatakse või suhkrustatakse (soolamisel soola 10—12% ja suhkrustamisel suhkrut 60—70%). Kuid need mikroorganismid, mis muudavad piima kefiriks, kumõssiks ja hapupiimaks, on ise võimelised kiiresti riknevaid aineid säilitama.

Aedvilja hapendamisel ja loomatoidu sileerimisel töötavad bakterid välja piimhapet. See ei esine toiduaineis toitva lisandina, küll aga takistab teiste mikroorganismide arenemist ja kaitseb sellega toiduainet viimaste hävitava mõju eest. Piimhape konserveerib saadusi samuti kui sool ja suhkur. Kui aga saadustesse koguneb juba teatav protsent piimhapet, katkeb ka piimhappebakterite tegevus.

Sileerimisel muudavad mikroorganismid õled, kartuli- ja peedipealsed, päevalillevarred ja teised põllumajandusliku toodangu jäätmed maitsvaks söödaks karjale. Mikroorganismid annavad neile toorel kujul mittesöödavatele produktidele uued maitseomadused ja muudavad nad loomade organismile kergelt vastuvõetavaks. Sileerimisel säilivad ka vitamiinid.

Leidub veel üks huvitav protsess, millest on selgesti näha mikroorganismide kasulik töö. See on väheväärtusliku kohupiima muutmine väärtuslikuks ja toitvaks saaduseks — juustuks. Juustutootmine on piimas leiduvate valkainete konserveerimise kõige täiuslikum menetlus.

Kui kogu juustumassis leiduv piimasuhkur on ühete mikroorganismide poolt muudetud piimhappeks, siis hakkavad tegutsema teised mikroorganismid. Need muudavad piimhappe propioon- ja äädikhappeks, mis annab juustule terava maitse. Seejuures eraldub süsihappegaas küllastab juustu pundunud valkmassi ja moodustab temas tühimikke.

Toiduainetetööstuses sõltub leiva, suhkru, õlle, veini ja teiste toiduainete maitse ja kvaliteet mitte üksnes kasutatavate toorainete kvaliteedist, vaid ka vastavate, ühe aine teiseks muutmisel tegutsevate mikroorganismide õigest valikust.

Keemiatööstuses sõltub piirituse, glütseriini, atsetooni ja selliste orgaaniliste hapete nagu piim-, sidrun- ja äädikhappe tootmisel saadud produktide kvaliteet samuti mikroorganismide õigest valikust.

Mida rohkem teadlased õpivad mikroobe tundma, seda enam laieneb inimeste võim mikroobide tegevuse üle. On tarvis väga hästi tunda ühe või teise aine muutmise protsessi mikroobide abil, et selliste mikroobide tegevust õigesti juhtida. Muidu võivad ühed ja samad mikroorganismid ühest ja samast toorainest anda erinevaid lõppsaadusi.

Inimene õppis juba ammu suhkrut sisaldavaid vedelikke muutma pärimi abil veiniks, õlleks ja teisteks alkoholiseiks jookideks. Sellel põhineb terve tööstusharu — alkoholitööstus.

Kui käärimise ajal suhkru virdest läbi puhuda õhku, siis suhkurainete alkoholiks muutmise keemiline reaktsioon läheb edasi kuni suhkurainete ja piirituse täieliku muutmiseni süsihappeks ja veeks.

Alkoholi käärimise protsessi võib korraldada nii, et alkoholi asemel saadakse atsetooni või äädikhapet.

Hea vein, mis on jäetud lahtisesse nõusse seisma, läheb ruttu hapuks. See sünnib äädikhapetakteriteks nimetatud mikroorganismide elutegevuse tulemusena. Veinis tekib äädikhape.

Nende bakterite vahendusel saadakse keemiatööstuses äädikhapet veini ja õlle vesilahustest, marjade, puuviljade, leivakuivikute ja teiste ainete vesiekstraktidest.

Äädikhapetakterid elavad alkoholi äädikhappeks oksüdeerumisel saadava energia arvel. Kui pikendada alkoholi oksüdeerumise protsessi, siis tegutsevad bakterid edasi äädikhappe muutmisel veeks ja süsihappegaasiks.

Samal viisil saadakse mikroorganismide abil ka teisi orgaanilisi happeid. Näiteks sidrunhapet, mida varem saadi ainult sidrunest, toodetakse nüüd spetsiaalsete bakterite abil vedelikust, mis sisaldab suhkrut. Tavaline hallitusseen on võimeline hapendama suhkrut sidrunhappeks kuni 70% ulatuses.

Hallitusseened, need niiskete kohtade elanikud, millede abil juba Dmitri Donskoi aegsed arstid parandasid vene sõdalaste haavu, «toodavad» nüüd hiigelvabrikuis penitsilliini. Penitsilliini väärtuslikke tervistavaid omadusi tunneb nüüd igaüks. See on mürgiks mitut liiki haigusitekitavaile bakteritele.

Nõnda sundis nõukogude teadus ühtesid mikroobe tootma tööstuslikus ulatuses surmavaid relvi teiste mikroobide hävitamiseks.

Mikroobide-maailmas on ka palju inimeste «vaenlasi». Varematel aegadel sooritasid elanikkonna hulgas suuri laastamisi katku, tüüfuse, koolera ja teiste nakkushaiguste epideemiad. Nende haiguste levitajaks on haigusitekitavad mikroorganismid. Kodumaa teadusele kuuluvad suured teened abinõude loomises, millega need inimkonna julmad vaenlased võideti.

Kui Indias möödunud sajandi lõpul puhkes katkuepideemia, siis osutasid vene teadlased võitluses «musta surmaga» India rahvastele ebatavaliselt julget ja ennastsalgavat abi. 1895. a. sõitis Kiievist Bombaysse vene ekspeditsioon eesotsas teadlase Vössokovitšiga. Ekspeditsiooni kuulus ka Zabolotnõi, kes sai pärast Ukraina NSV Teaduste Akadeemia presidendiks. Kümnetele tuhandetele inimestele tehti Indias kaitsesüstimisi katku vastu.

Need olid esimesed katkuvastased kaitsesüstimid maailmas.

Nõukogude teadus võitleb edukalt nähtamatute «vaenlastega», kes neid haigusi levitavad.

Meie sotsialistlikus riigis on lõplikult võidetud sellised hirmsad haigused, nagu rõged, katk, koolera ja tüüfus.

Kuid peaaegu igal aastal märgitakse katkujuhumeid Indias. Rõged vaevavad veel praegugi Iraani, Inglise ja teiste kapitalistlike maade rahvaid. Imperialistide püüded ei ole suunatud mitte epideemiliste haiguste likvideerimiseks, vaid otse vastupidi — Jaapani imperialistid kasutasid ning ameeriklased kasutavad praegu haigusitekitavaid mikroobe kui oma agressiooni relva.

Nõukogude arstiteadus uurib ja töötab välja menetlusi epideemiate tõkestamiseks ja ennetamiseks, imperialistid aga, vastupidiselt, on töötanud ja töötavad välja nende epideemiate kunstliku levitamise meetodeid.

Nõukogude põllumajandus- ja arstiteadus taotleb saa-

kide ja karja suurendamist, imperialistid aga, vastupidiselt, on töötanud ja töötavad ka praegu välja viise nisu- ja rukkikülvi hävitamiseks, põllumajanduslike loomade hävitamiseks.

Täites Jaapani keisri Hirohito ja Jaapani armee peastaabi salajast käsku, tegelesid sajad jaapani spetsialistid, bakterioloogid ja tuhanded sõjaspetsialistid 1936. aastast alates bakterioloogilise sõja ettevalmistamisega. Ainult ühes spetsiaalses vabrikus toodeti kuus kuni 300 kg katku- ja teisi baktereid.

Samal ajal, kui kiskjalikud imperialistid töötavad välja mikrobioloogilisi relvi ja kasutavad neid ettekavatsetult sõja teenistuses, rakendab nõukogude rahvas mikroobide energiat laialdaselt rahu otstarbeks, meie sotsialistliku kodumaa arengu hüvanguks.

IONIIDID

Insener D. Katrenko.

Vesi ja ioonid

Vanades mere-elu käsitlevates romaanides ja jutustus-tes kirjeldati sageli inimeste piinarikkaid kannatusi janu tagajärjel. Ümberringi on terve ookean vett, kuid laevahuku läbielanud inimesed surid janusse mageda vee puudumise tõttu.

Kõik see oli minevikus. Nüüd on leiutatud ained, mis hõlpsasti muundavad merevee joogikõlvuliseks. Vaja ainult soolane vesi lasta läbi filtrist, mis on valmistatud neist aineist, ning lahustunud soolad peetakse kinni ja neist vabanenud vesi muutub joogikõlvuliseks. Neid ime-lisi aineid nimetatakse ioniitideks.

Nagu teada, lagunevad molekulid lahuses üksikuiks aatomeiks või aatomite gruppideks ja muunduvad elektri-laengut kandvaiks ioonideks. Eri laengut kandvate ioonide eraldamiseks nimetatakse positiivset laengut kandvaid ioone kationideks ja negatiivselt laetud ioone anioonideks.

«Ioon» on kreekakeelne sõna ja tähendab tõlkes «rän-dav». Ja tõesti liiguvad ioonid lahuses lakkamatult: üksi-kult ja gruppidena ekslevad nad mitmesuguseis suunda-des, kuid kokku põrgates lähevad nad lahku. Vees toimub omapärane korrapäratu ioonide «tants». Et ioonid kannavad elektrilaengut, siis võib neid järelikult juhtida, võib sor-teerida, ning sellega tulevadki kergesti toime ioniidid, mis oma nimetuse on saanud ioonidelt, sest ka ioniitide osake-sed on elektriliselt laetud. Kui aga ioonid ja ioniidid kan-navad elektrilaengut, siis võib merevett läbi ioniitfiltri filtreerides selle kergesti vabastada temas lahustunud soo-ladest ja saada täiesti kõlvulist joogivett, s. o. saavutada

seda, mida seni filtritega oli täiesti võimatu saavutada. Ioniitide abil on võimalik saada ka keemiliselt puhast vett. Looduses ei esine keemiliselt puhast vett, s. t. vett, mis sisaldab ainult molekule H_2O . Puutudes kokku mitmesuguste ainetega, vesi lahustab endas mingi osa neist aineist. Järelikult on kõik looduslikud veed oma koostiselt mitmesuguste ainete lahused.

Vihmavesi on kõige puhtam looduslik vesi. Kuid ka tema sisaldab lahustunud gaase: hapnikku, süsihappegaasi ja lämmastikku. Vihmavesi ei ole maitsev, sest temas puuduvad maitset andvad lahustunud soolad. Kuid ta on väga hea pesupesemisel, tekitades kergesti seebi-vahtu.

Allika- ja jõevesi erinevad vihmaveest selle poolest, et nad sisaldavad rea soolasid, mis on sattunud neisse maapinna ja kivimite lahustumisel. Sellepärast on ka seebi vahutavus allika- ja jõevees väiksem kui vihmavees. Veele annavad kõvaduse temas lahustunud metallide — magneesiumi ja kaltsiumi — soolad.

Merevesi on looduslikest vetest kõige kõvem. Naatriumi, magneesiumi, kaltsiumi jt. metallide lahustunud soolade hulk küünib temas kuni 3,6%. Sellepärast seep peaaegu ei vahustu merevees.

On välja arvestatud, et pesu pesemisel kõvas vees kulub iga liitri vee kohta liigselt 4 g seepi, võrreldes pesu pesemisega pehmes vees. Pesu pesemine kõvas vees nõuab mitte ainult rohkem seepi, vaid ka vähendab pesu vastupidavust. Katsete abil on kindlaks tehtud, et linane ja puuvillane riie pärast viiekümnekordset pesemist pehmes vees omavad 3 korda suurema tugevuse kui samad riided, mida on pestud niisama palju kordi kõvas vees. Kõige lihtsamalt ja paremini «pehmendavad» vett ioniidid.

Ioniitfiltrid

Väliselt on ioniidid tahked, tumedad või heledad terad läbimõõduga 1—3 mm.

On olemas looduslikke ioniite, mida saadakse maapõuest, kuid on ka kunstlikke, mida toodetakse keemiatehaseis.

Looduslikud ioniidid on keemiliselt vähem vastupidavad kui kunstlikud. Nad lagunevad hapetes ja kõrge tempera-

tuuri juures. Keemiatehastes kunstlikult valmistatud ioniidid ei lahustu happes ega leelistes; neist võib läbi kurnata ka kuumi vedelikke, mille temperatuur on ligi 100°.

Looduslike ioniidide hulka kuuluvad permutiidid, glaukoniit ja teised mineraalid. Keemiliselt koostiselt on looduslikud ioniidid väga keerukad keemilised ühendid, sisaldades räni-, alumiinium-, raud-, naatrium-, kaalium- jt. hapendeid.

Kunstlikeks ioniidideks on sünteetilised vaigud, mida saadakse mitmesugustest keemilistest ainetest, nagu fenool, melamiin, guanidiin, formaldehüüd jt. Nende tootmine on peaaegu samasugune nagu plastmasside valmistamiseks kasutatavate vaikude tootmine.

Kunstlikke ioniidide on mitukümmend eri liiki, mis erinevad üksteisest tootmisviisi, lähtematerjalide, füüsikalise-keemiliste omaduste ja ionide püüdmise võime poolest.

Erinevalt mehaanilistest filtritest, mis puhastavad vedelikke ainult liivast, mustusest ja muudest lahustumatutest lisanditest, puhastavad ioniidifiltrid vedelikke neis lahustunud keemilistest ainetest, s. o. sellest, millest ei suuda neid vabastada ka kõige tihedamad mehaanilised filtrid. Ioniidid pole mehaanilised, vaid keemilised filtrid. Lahus, mis on filtreeritud ioniidifiltriga, on oma keemiliselt koostiselt erinev sellest vedelikust, mis ta oli enne filtreerimist. Selles ongi ioniidide imettegeva võime saladus. Nad toimivad vastastikku vedelikus lahustunud ainete ionidega.

Kõik ioniidid jagunevad kaheks põhitüübiks, erinedes omavahel suhtumise poolest ionidesse, mis ujuvad lahustes.

Ühed ioniidid toimivad vastastikku nende ionidega, mis on laetud positiivse elektriga (katioonid), neid nimetatakse kationiidideks.

Teised ioniidid toimivad vastastikku nende ionidega, mis on laetud negatiivse elektriga (anioonid), neid nimetatakse anioniitideks.

Kationiidid vahetavad oma katioonid lahuseis olevate katioonide vastu. Anioniidid aga vahetavad oma anioonid lahuseis olevate anioonide vastu.

Kui on näiteks vaja kõrvaldada veest nii katioonid kui ka anioonid, s. t. muuta vesi peaaegu destilleerituks, siis lahust filtreeritakse korduvalt; algul läbi kationiit- ning siis läbi anioniitifiltri.

Ioniidid esinevad niinimetatud mitsellide kujul. Need on

molekulaarsed agregaadid, mis on ümbritsetud kahe ioonikihiga. Üks kiht liibub tihedalt «tuuma» pealispinna külge. Selle kihi ioonid võivad omada kas positiivset või negatiivset laengut. Teatud kauguses asub teine kiht «tantsisklemaid» vastupidise märgiga ioone, mis hoiduvad mitselli lähedusse isanimeliste laengute külgetõmbe jõul. Selle kihi iseärasuseks on see, et ioonid võivad temas asenduda vedelikus lahustunud ainete samanimeliselt laetud ioonidega; seejuures ioon, mis omab tugevamat laengut, tõrjub eemale nõrgema laenguga ioonid, asetudes nende asemele. Tänu sellele sorteerivad ioonid meie tahetel aineid, mis on lahustunud vedelikus: nad kas eemaldavad lahusest kahjulikud ained või püüavad välja kasulikud.

Meie soovi kohaselt võib ioonifiltreid rakendada mitmesugusteks töödeks.

Ioniidid puhastavad vett

Igas soojusenergeetilises seadmes on kõva vesi katlakivi tekkimise põhjuseks aurukatelde torudes.

Sellist katlakivi on igaüks näinud kodus veekateltes ja samovarides. Katlakivi tekkimisel väheneb torude soojusjuhtivus. Seega tekib vajadus kulutada rohkem kütet, üle kuumendada torude metalli.

See aga loob olukorra, kus torudel tekivad uurised, paisud ja songad, mis põhjustavad torude lõhkemisi, s. t. aurukatelde avariisid. On välja arvestatud, et kui katlakivi paksus on 0,5 mm, siis on kütte ülekulu 1%. 3 mm paksu katlakivi puhul kulub kütet rohkem juba 5% ning 5 mm paksu katlakivi puhul 8%.

Aurukatla avarii vältimiseks puhastatakse katlad katlakivist iga 1000—1500 töötunni järel. Selleks operatsiooniks kulub 10—15 päeva. Ioniidid võivad aga katlaid katlakivi eest kaitsta. Kui vesi läbib ioonifiltri, muutub ta pehmeks. Selline vesi ei anna katlakivi, ja katlad võivad peatumata töötada 10—15 tuhat tundi, s. o. 10 korda kauem kui kõva veega töötades.

Eriline tähtsus on ioonifiltritel otsevoolu-katelde ja auruturbiinide juures, sest need nõuavad väga pehmet, peaaegu destilleeritud vett.

Väärismetalle veest

Sageli on vaja looduslikest või tööstuslikest vetest eraldada väärtuslikke metalle: kulda, hõbedat, vaske, vismutit, kroomi, vanaadiumi, tina, tsinki, seatina, plaatinat jt. Ka neil juhtudel toovad ioonidid suurt kasu.

Kroomi eraldamine tema nõrkadest lahustest, mida saadakse esemete kroomimisel, oli varem võimatu ning neis leiduv kroom koos pesemisveega visati lihtsalt minema.

Nüüd võimaldavad ioonitfiltrid kroomi täielikult eraldada.

Teatavasti kuulub fotoemulsiooni koostisse ka hõbe. Foto-kinotööstustes, röntgeni-kabinetides, hõbetamistehhides ja mujal kulutatakse palju hõbedat. Tsehhides, kus teostatakse fotoprotsesse, tarvitatakse palju pesemisvett, kuid neist vetest pole kerge eraldada hõbedat harilikkude abinõudega, kuigi seal leidub iga liitri kohta mitu milligrammi hõbenitraati. Siin tulevad appi ioonitfiltrid ja eraldavad pesemisveest selles leiduvat hõbedat kuni 90%.

Kopeerimistehhides, kus kasutatakse kullaga vireerimist, sisaldavad pesemisveed ka kulda, kuigi väga minimaalsetes kogustes. Kuid ioonidid võimaldavad välja püüda ka neid kulla «raasukesi». Üks kg ioonite eraldab lahusest kuni 100 g kulda.

Samal viisil on võimalik ioonitfiltrite abil lahuseist eraldada plaatinat ja pallaadiumi. Märgime siin veel ära huvitava detaili. Ioonit, olles «neelanud» lahusest kulla, ei lase seda endast kergesti eraldada. Sellepärast on kasulikum ja odavam pärast protsessi ioonit ära põletada ja siis kuld tuhost eraldada.

Kõigil teistel juhtudel vahetavad ioonidid laengut kergesti, s. t. annavad ära lahusest eraldatud meid huvitavad ained.

Vaadeldes tähelepanelikult D. I. Mendelejevi keemiliste elementide tabelit, märkate te 15 keemilise elemendi — nr. 57 kuni 71 — ebatavalist asetumist. Kõik nad on paigutatud ühte ruutu ja nimetatud haruldasteks muldadeks. Need elemendid on oma füüsikalise-keemilistelt omadustelt nii lähedased üksteisele, et neid on väga raske eraldada. Palju aega, tööd ja oskust kulutatakse, et haruldaste muldade hulka kuuluvaid elemente üksteisest keeruka aparatuuri abil eraldada. Varem jaotati haruldased mullad suurte raskustega kahte suurde gruppi: tseeriumi ja ütriumi

gruppi. Ütriumi grupp jaguneb aga omakorda veel terbiumi, erbiumi ja üterbiumi alagruppi. Kõik need elemendid eraldatakse praegusel ajal ionitfiltrite abil kerge vaevaga haruldaste muldade lahuseist.

Keemikute abilised

Suhkruvabrikuis püütakse suhkrutoodangu tõstmise eesmärgil võimalikult hästi puhastada nn. difusioonmahla temas lahustunud lisandest. Mida puhtam see mahl on, seda rohkem kristalliseerub temast suhkrut. Hariliku puhastusviisi juures jääb tööstuslikesse jäätmisse, s. t. kaob, 10—12% suhkrut. Difusioonmahla filtreerimisel ionitfiltriga suureneb suhkrutoodang 8—10% võrra, võrreldes toodanguga vananenud ja keeruka puhastamisviisi juures. See aga annab tuhandeid tonne lisasuhkrut, ilma et oleks vaja suurendada suhkrupeedi külvipinda ja ehitada uusi suhkruvabrikuid.

Suhkrusiirupi filtreerimine ionitfiltriga tõstab siirupi maitsvust ja omadusi.

Ionitfiltrid eraldavad viinamarjasuhkru lahusest hõlpsasti väga tähtsa toit- ja raviaine — kristalse viinamarjasuhkru.

Taimedest saadavaid vitamiine on tavaliselt väga raske üksteisest eraldada. Ionitfiltrid lihtsustavad märksa nende operatsioonide läbiviimist.

Samasuguseid tulemusi annavad ionitfiltrid niisuguste ravivahendite saamisel taimedest, nagu kiniin, kokaiin, kodeiin, atropiin, strühniin, nikotiin ja teised alkaloidid.

Mitmekesine ja laialdane on ionitide rakendamine ka keemiatööstuses. On ju teada, kui raske ja keeruline on teisi aineid mitte sisaldavate puhtate keemiliste reaktiivide saamine. Puhtaimad reaktiivid saadakse filtreerimisel ionitide abil. Keemiatööstustes on puhtail lähteainel määratu suur tähtsus — nad suurendavad toodangu protsenti ja tõstavad toodete kvaliteeti.

Ioniidid annavad võimalusi täiustada plastmasside, sünteetilise kautšuki, värvainete, leeliste, sooda, hapete, lahustite jne. tootmist.

Ioniidid on väga kasulikud ka katalüsaatoritena orgaanilise sünteesi juures. Ionitkatalüsaatoreil on tavaliste

katalüsaatoritega võrreldes palju eeliseid: väike lahustuvus, suur eripindala, kerge eralduvus sünteesi produktidest, paljukordse kasutamise võimalus jne.

Ioniidid lihtsustavad tööd keemiliste analüüsides juures ja tõstavad analüüsides täpsust. Näiteks välditakse looduslike ja tööstuslike vete analüüsimisel kallis ja aeganõudev suurte veehulkade aurutamise protsess. See asendub lihtsa filtreerimisega ioonifiltreis, tagajärjed on aga täpsamad. Ioniidid võivad endale pidevalt üha avaramaid kasutamisalasid.

Nõukogude teadlased ja insenerid on saavutanud suurt edu ionide vahetuse teooria viimistlemisel, efektiivsete ioonide valmistamisel ja nende juurutamisel mitmesugustesse rahvamajandusharudesse.

PLASTMASSID

Insener A. Bujanov

Aastatuhanded lahutavad meid neist aegadest, millal inimene esmakordselt hakkas kasutama vajalikkude esemete materjalina puitu, luud, metalli ja klaasi. Need neli materjali, millest valmistatud tooteid kasutatakse ka tänapäeval, hõivavad kindla koha inimese elus.

Nüüd on looduslikud materjalid täiendatud uute, inimeste poolt loodud kunstlike materjalidega — plastmassidega.

Algul asendasid plastmassid arglikult naturaalselt luud, kuid hiljem tungisid nad võimsalt meie igapäevasesse ellu.

Tee nende materjalide avastamiseks rajasid vene teadlased.

«Võib kihla vedada, et iga orgaanilist ainet on võimalik saada sünteetilisel teel,» kirjutas kuulus vene keemik A. M. Butlerov 1864. aastal. Ja Butlerov ise osutas inimkonnale suurima teene sellega, et andis teadlaste kätte relva, mille abil sai võimalikuks ehitada aineid nähtamatutest aatomitest ja molekulidest varem väljatöötatud plaani järgi, s. t. toota selliseid keemilisi ühendeid, mis kuni tolle ajani olid täiesti mõeldamatud.

Butlerovi poolt loodud teooria ainete keemilise ehituse kohta on aastakümnete vältel olnud ammendamatuks allikaks avastustele, mis omavad nii praktilist kui ka teoreetilist tähtsust.

Butlerov ise sai laboratoorsel teel formaldehüüdi (esimene saadus, mis moodustub rohelises taimelohes süsihappegaasist ja veest), muutes selle pärast suhkuraineks.

Formaldehüüd osutus erakordselt huvitavaks ja keemiliselt eriti aktiivseks aineks.

Ühinedes valkainega moodustab ta plastilise massi, mida nimetatakse galaliidiks, fenooliga aga annab ta tähelepanuväärsete omadustega kunstlikke vaike.

Nööbid, kammid, pandlad ja teised esemed, mis on valmistatud galaliidist, võivad omada mitmesugust värvust. Ühes tootes on galaliiti raske eraldada elevandiluust, teises merivaigust.

Sõna galaliit tähendab «piimakivi». Seda ainet valmistatakse kohupiima valkainelisest massist.

Kui kohupiima, millest on kõrvaldatud rasv ja mis pärast kuivatamist on peenestatud teraliseks, mannasarnaseks, niisutada veega, siis niisugune terake paisub ja muutub plastiliseks. Sellisest massist ei saa veel tooteid valmistada, kuna ta kuivamise järel lõheneb. Tarvitseb teda aga vaid niisutada ja ta paisub uuesti. Vajalikud omadused omandab see mass alles pärast tema erilist töötlemist formaldehüüdi 40%-se vesilahusega. Värvained ja selgitajad annavad kohupiima-massile värvuse ja läbipaistvuse.

Paljud looduslikud produktid sisaldavad valkainet, kuid kõige rohkem esineb teda kohupiimas ja kõigile tuntud sojaoa seemneis. Ka viimastest valmistatakse nüüd sarvetalulist materjali — kunstsarve.

Kõik tunnevad puuvilla. Ja vaevalt võiks tekkida mõte, et puuvilla peened ja õrnad kiud võivad evida ohtlikke omadusi. Puuvill isegi põleb võrdlemisi halvasti. Kuid töodelgem puuvilla lämmastikhappega. Väliselt ta peaaegu ei muutunud, sarnastus vaid vatiga. Seda nimetataksegi kolloodiumvatiks. Kuid olge ettevaatlik selle vatiga. Ta ei kannata järske puudutusi ja «väljendab» oma protesti plahvatusega.

Seejuures osutus see hädaohtlik vatt erakordselt väärtuslikuks ja huvitavaks tooraineks tsiviiltööstusele. Temast valmistatakse suurepäraselt kunstiidi.

Uued omadused omandab kolloodiumvatt pärast tema lahustamist piirituse ja eetri segus. Lahus, mis on hele ja püdel nagu mesi, on valmislakk ja tooraine, millest saadakse läbipaistvaid filme. Kuid foto- ja kinofilmid on vaid üheks puuvilla keemilise töötlemise arvukatest saadustest.

Lõpuks, kui kolloodiumvatti segada piirituse ja kampriga, muutub ta tuhmiaks tainaks — tselluloidiks, mis sobib laste nukkude, joonestustarvete, autode purunematu klaasi ja teiste esemete valmistamiseks.

Tselluloid on toatemperatuuris tahke, kuid kuumutamisel 80—100° C muutub ta plastiliseks. Tema viimatimainitud omadust kasutatakse selleks, et pressida temast vormilt kõikvõimalikke keerukaid tooteid.

Värvimisel ja töötlemisel antakse tselluloidile mitmesuguste naturaalsete materjalide — sarvaine või elevandiluu, marmori või pärlmutri — välimus. Spetsiaalsete ainete lisandamisega suurendatakse tema happe- ja leelisekindlust.

Tselluloidi tarbeks omatakse suurepärasest lahustit — atsetooni. Selle abil kleebitakse tselluloidtooteid.

Tselluloidil on aga ka suur puudus — tema kerge süttivus. Ta põleb väga kiiresti, peaaegu plahvatusega ja eraldab seejuures lämmatavaid mürgiseid gaase. Neid gaase võib tselluloid eraldada isegi tuliste esemetega kokku puutudes. Sellised gaasid on kergesti süttivad ning õhuga segunedes lõhkeva iseloomuga.

Tselluloidi tuleohtlikkusega võideldakse, lisandades tema koostisse mitmesuguseid täiteaineid, mis tselluloidi süttivust vähendavad.

Kuid keemikud oskasid saada uut, mittesüttivat materjali. Selleks töödeldakse puuvill atsetüültselluloosiks. Siinjuures allutatakse puuvill madalas temperatuuris äädikhappe, äädikhappeanhüdriidi ja väävelhappe segu mõjule.

Saadud uus aine — atsetüültselluloos — ei ole lahustuv piirituses ega ka bensoolis.

Kuigi atsetüültselluloos on täiesti ükskõikne nii ühe kui teise lahusti suhtes eraldi, käitub ta nende segu suhtes teisiti. Piirituse ja bensooli soojas segus lahustub atsetüültselluloos kiiresti. Lahuse jahutamisel sadestub ta põhja, omandades helveste kuju. Tarvitseb aga enne jahutamist lisandada lahusesse mingit plastifitseerivat ainet, kui ta pärast jahutamist tardub läbipaistvaks plastiliseks massiks. See mass pole ohtlik isegi leekidega vahetult kokku puutudes.

Merivaik köitis juba ammu teadlaste tähelepanu, kuid alles Lomonossov andis teadusliku seletuse tema päritolu kohta. Ta tõestas, et merivaik on kivistunud looduslik vaik.

Looduslikud vaigud evivad suurepäraseid plastilisi omadusi.

Sellise vaigu kunstlikult tootmine oli kogu maailma keemikute unistuseks, kuid esikoha suutis võita selles võistluses vene teadlane. Seda vaiku sünteesis esimesena vene teadlane A. M. Nastjukov 1904. aastal.

Nagu sepp, kasutades kuumust ja lööki, s. t. temperatuuri ja rõhku, aheldas vene õpetlane fenooli ja formaldehüüdi üksikud molekulid pikaks molekulaarseks ahelaks.

Söövivast ja mürgisest fenoolist ning vees lahustunud

gaasitaolisest formaldehüüdist oli sünteetilisel teel esimest korda loodud vaik, mille taolist ei esine looduses.

Formaldehüüd ühineb ahnelt molekuli aktiivsete punktidega. Kui aine molekulil ei ole rohkem kui kaks aktiivset punkti, siis moodustab formaldehüüd nendega liitudes lineaarsed molekulid, s. t. molekulaarsed ahelakesed.

Kui aga esineb kolm või rohkem aktiivset punkti, moodustuvad kolmedimensioonilised, ruumilised molekulid.

Ained, mis on ehitatud lineaarseist molekulidest, on plastilised, s. t. nad on võimelised muutma oma kuju temperatuuri või rõhu mõjul. Nad võivad vastavais lahustites lahustuda. See kõik seletub sellega, et vaigud, mis koosnevad lineaarseist molekulidest, kujutavad endast kolloidlahuseid, ja ainult tänu molekulaarsete ahelakeste hiigelpikkusele on nad kaotanud liikuvuse ja näivad tahketena.

Kui niisugust vaiku kuumutada, siis kiireneb ahelaiks seotud molekulide liikumine ja vaik omandab plastilisuse (vaik pehmeneb).

Kui lisandada vaigule lahustit, siis tunnevad hiigelmolekulid end vabamana ja vaik muutub vedelikutaoliseks.

Hoopis teisiti näeb välja aine, mis on ehitatud kolmemõõtelistest molekulidest. Temas on molekulid vabade aktiivsete punktidega kokku kasvanud nagu üheks gigantseks molekuliks. Saadakse monoliitne tükike uuest materjalist, mida me nimetame plastmassiks, kuigi ta ei oma mingit plastilisust ega lahustu lahustites. Kuid need omadused just ongi uute sünteetiliste toodete eriliseks väärtuseks.

A. M. Nastjukovi tööd jätkasid meil J. I. Orlov, G. S. Petrov ja teised.

Kuid nagu tsaari-Venemaal varemgi oli juhtunud, nii viibis ka see vene avastus algul lühikest aega välismaal, sai seal tööstusliku ristimise osaliseks ning pöördus siis oma kodumaale tagasi välismaise nimetuse all «bakeliit».

1914. aastal, pärast «heakskiitmist välismaal», alustasid vene töösturid väga tagasihoidlikes kogustes toodete valmistamist fenoolvaigust, mida nimetati «karboliidiks».

Alles nõukogude korra ajal said vene teadlaste tähelepanuväärsed avastused laialdase tööstusliku leviku meie maal. Tooted fenoolvaigust on praegu tuntud igaühele. Temast valmistatakse elektrilüliteid ja elektrilambipesi ning veel tuhandeid kõikvõimalikke tooteid tööstuslike ja eluolustikuliste vajaduste rahuldamiseks.

Tehaseis saadakse esialgne saadus sünteetiliste vaikude valmistamise protsessis vedelana.

Edasisel töötlusel muutub vedel vaik paksemaks ja venimamaks. Lõpuks ta tahkub. Kuid see vaik koosneb lineaarseist molekulidest. Ta on kuumutamisel veel sulav ja lahustatav piirituses, atsetoonis ning teistes lahustites.

Kui eelmainitud lahusega paberit immutada, siis saadakse pärast selliste paberilehtede kokkupressimist tugev ja väga tihe materjal — hetinaks, mis leiab laialdast kasutamist isolatsioon- ja tihendmaterjalina. Sellise vaigu pressimine kõrgendatud temperatuuri juures võimaldab kolmemõõteliste molekulide kujundamist.

Vaik muutub tahkeks, mittesulavaks ja mittelahustuvaks, millist omadust on valmistootetele ka vaja.

Riidekangas, mis on immutatud vaigulahusega, moodustab pärast pressimist uue materjali — tekstoliidi. Paksudest tekstoliidilehtedest valmistatakse müratult töötavaid hammasrattaid ja laagreid ning õhukestest lehtedest mootorpaate ja isegi kokkupandavaid maju. Tekstoliidi eelis seisab selles, et tema lehti võib ühendada neetimisega nagu metalli ja et ta hästi paindub.

Kerides metallsilindri vaigulahuses immutatud paberit või riidet, saame toota mistahes läbimõõduga torusid. Vaigulahuse abil võime kleepida puitu ja vineerplaate.

Haruldane uus materjal saadi vaigulahuse ja asbesti ühendamise resultaadina. See materjal ei karda hapet, seepärast valmistatakse temast keemiliselt kindlaid torusid, armatuure ja paake. Teda kasutatakse ka keemiatööstustes happekindlate seadmete valmistamiseks, nagu pumbad, filterpressid, vaakuumfiltrid jt.

Tahkeid, kuid veel lahustuvaid vaike võib muuta pulbriks, millest pressimisega vormides saadakse mitmesuguseid tehnilisi detaile ja tooteid. Kuumutamine pressimise juures soodustab presspulbri lineaarsete molekulide üleminekut valmistoodete püsivaiks kolmemõõtelisteks molekulideks.

Rohkem kui 50 aastat tagasi avastas üks Butlerovi andekamaid õpilasi Aleksei Jevgrafovitš Favorski menetluse lihtsate vinüületritrite saamiseks, mis hiljem muutusid põhimaterjaliks sünteetiliste vaikude tootmisel. Favorski poolt loodud vaigud pole sugulased puu- ega kivisöövaikudega, vaid need on täiesti uudsed ained, millest valmistatakse lakke, filme, kleepaineid, kunstiidi ja mitmesuguseid plast-

masse. Tänapäeval on terves maailmas laialdaselt arenenud vinüülvaikudest saaduste tootmine. Uut vaiku, millel on valge pulbri kuju, saadakse ilma formaldehüüdi manuseta.

Sünteesilistest vinüülvaikudest saadakse plastmasse, mis omavad suure keemilise kindluse, vähese lahustuvuse ja väga väikese veeimavuse.

Sellisest plastmassist tooteid tavaliselt stantsitakse. Düüsidest läbipressimise teel aga valmistatakse temast torusid ja latte. Teda võib valada rõhu all nagu metalli ja venitada kiududeks ning kiledeks.

Läbipaistvad vinüülvaigust kiled lasevad end väga hästi igasuguste värvustega värvida. Neist valmistatud keebid ja vihmamantlid on paremad kui kummist. Niisugune keep ei karda päikest, ei muuda vihma käes oma tugevust ega vormi. Seejuures on ta nii õhuke, et kokkukeeratuna võib teda tasku pista.

Vinüülvaigust saadud kiud töötatakse ümber keemiliselt kindlaiks kangaiks. Neist kangaist valmistatakse filtreid hapete ja leeliste tarvis.

A. J. Favorski laboratooriumist on pärit ka uudne, mittepurunev klaas, mida nimetatakse pleksiklaasiks. Veel 7—10 cm paksuse juures on ta täiesti läbipaistev.

Orgaanilise klaasi — pleksiklaasi — omadused lubavad temast valmistada kumeralt painutatud klaasi ja isegi läätsi lihtsate optiliste seadiste jaoks.

Sellised läätsed valmistatakse kas valamisega vormi või pressimise teel. Toote lihvimise operatsioon, kõige töömahukam operatsioon optika alal, puudub selle menetluse juures peaaegu täiesti.

Orgaaniline klaas neelab valguskiiri kaks korda vähem kui tavaline klaas. Ta on läbitav ka ultraviolettkiirtele.

Huvitava omaduse evib orgaaniline klaas painutatud pinna puhul, olgu see siis kas lehe või toru pind.

Kujutlege painutatud toru seest poleeritud pinnaga. Toru ühte otsa on asetatud valgusallikas. Valgus ei läbi painutatud toru seina, vaid, peegeldudes poleeritud pinnalt, läheb kuni toru teise otsani nagu voolates mööda toru. Helendama — täpsemalt öeldes hajuma — hakkab ta ainult siis, kui ta langeb toru poleerimata või tuhmile osale. See orgaanilise klaasi omadus annab võimaluse saada huvitavat efekti: valgusallikat pole näha, kuid torule tehtud matid pealekirjutised või joonistused helendavad! Tuleb aga arvestada seda, et toru või lehe paindenurk ei tohi ületada 43°.

On veel üks huvitav valdkond plastmasside kasutamisel. Läbipaistvaist plastmassidest võib valmistada aparatuure viimaste sisemuses toimuva töö jälgimiseks.

Keemikute laboratooriumidest astus tootmisse ka teine, mitte vähem väärtuslik materjal, millest valmistatud tooted on puhtal kujul läbipaistvad nagu klaas.

Plastmasside uudne liik, saadud kunstvaikudest, omab laialdase leviku amiinoplastide nimetuse all. Nii kutsutakse neid «amiinorühma» järgi (ammoniaagi molekul, millelt on ära võetud üks vesinikuaatom), mis esineb sünteetilise vaigu koostises. Seda vaiku saadakse kristalsest kusiainest (karbamiidist) ja formaldehüüdist.

Karbamiidi ehk kusiainet sünteesitakse süsihappest ja ammoniaagist. Formaldehüüdi saadakse puupiiritusest, mis on sünteesitav süsinikoksüüdist ja õhust.

Sel viisil selgub, et uuele plastmassiliigile on lähtetooraineks õhk, vesi ja süsi.

Puhtad amiinoplastid on läbipaistvad. Neist valmistatakse klaasi, mis on kaks korda kergem silikaatklaasist. Evides suurt läbipaistvust, asendab selline klaas sageli sulatatud kvartsi, sest ka amiinoplast laseb ultravioletseid kiiri läbi.

Mürgiste ainete puudumine ümbertöötuse saadustes lubab amiinoplaste laialdaselt kasutada toiduainetega kokku puutuvate esemete valmistamiseks. Mitmesugused amiinoplastid toodetud nõud ei rikne kuuma vee toimel.

Värvilised tassid, taldrikud, alustassid, vaasid — need kõik on suuremalt osalt amiinoplastist tooted.

Eriti tuleks välja tõsta selles plastiliste materjalide rühmas kleepaineid, mida kasutatakse vineeri valmistamisel ja puidu kleepimisel, samuti teiste materjalide ning isegi tervete konstruktsioonide kokkuliimimisel. Selle liimiga kokku kleebitud võrdlemisi lühikestest liistudest võib saada talasid, mille läbimõõt on 20 kuni 65 sentimeetrit ja pikkus kuni 20 m. Niisuguseid talasid ei saa teha palkidest.

Madala hinna kõrval on niisugustel taladel veel see eelis, et nende vastupidavus on suurem terve lõikega puittalade omast.

Keemiliste algainete hulgas esineb element, mis nagu süsinikki võib anda arvukaid ühendeid vesinikuga ja hapnikuga. See on räni. Tema ühendid on nii püsivad, et nad ei lagune keemiliste mõjude toimel ja taluvad kuni 500°-list kuumust 100-atmosfäärilise rõhu all.

1938. aastal muutis nõukogude teadlane professor K. A. Andrianov orgaanilise räniühendi kunstvaiguks.

Käesoleval ajal on räni orgaaniliste ühendite alusel saadud vaigud omandanud väga suure tähtsuse. Neist valmistatud plastilised massid paistavad välja oma eriliste omaduste poolest. Vesi ega hape, kuumus ega pakane ei ole sellistest vaikudest valmistatud tooteile kardetavad. Nad on varustatud samade omadustega, mis on omased ränile endale. Eelmainitud vaikudest saadakse ka kuumuskindlaid lakke.

Sellise vaiguga immutatud betoon muutub bensiinikindlaks, mis on eriti tähtis bensiinihoidlate ehitamisel. Niisuguse menetlusega võib püstitada kauapüsivaid ehitusi.

Räni orgaaniliste vaikude hulgas võib leida ka selliseid, mis muudavad mitmesuguste materjalide pindu mittemärguvaiks.

Riidekangas, mis on töödeldud ränivaiguga, muutub mitte üksnes mittemärguvaks, vaid ka veekindlaks ja selliseks jääb ta ka pärast seebiga pesemist.

See omadus ei muutu ka pärast kanga puhastamist piirituse või atsetooniga.

Professor Andrianovi ja tema koolkonna tööd on nõukogude keemia suurteks saavutusteks.

Segades läbipaistvale plastmassile luminofoori — isehelendavat ainet — võime saada pimeduses helendavaid plastmasse.

Praegusaegsed plastmassid on endas ühendanud peaaegu kõikide looduslike materjalide omadused.

Metallide asendamisel plastiliste massidega vabanevad tööpingid ja instrumendid, sest nii langeb ära terve rida operatsioone: puurimine, freesimine, lihvimine jt., jääb järele vaid üks operatsioon — pressimine või stantsimine.

Plastmassid, asendades metalli, võimaldavad kokkuhoiu kõrval ka konstruktsiooni kergendada. Nii võib näiteks plastmasside keskmise erikaalu 1,3 juures 1 tonn plastmassi toodete ühesuguste gabariitide juures asendada kas 6 tonni valgevaske (messingit) või 9 tonni seatina või 6,5 tonni vaske või 2 tonni alumiiniumi. Milline tähtsus sellel on lennukitööstuses ja laevaehituses kandejõu suurendamise mõttes, see on selge ilma liigsete selgitusteta.

Plastmassidest tooteile võib anda seatina happekindluse

ja kivi kõvaduse, puidu kerguse ja terase vastupidavuse, nad võivad olla läbipaistvad nagu klaas ja painduvad nagu paber.

See, mis on loodud meil plastmasside tööstuses kuni käesoleva ajani, on sel alal alles esimeseks sammuks.

Piiramatud on võimalused uute, veel väärtuslikumate materjalide loomiseks.

Meie maal töötavad paljud silmapaistvad teadlased ja andekad leiutajad mineraalide maailma ümbermuutmise alal, sünteetiliste materjalide — tulevikumaterjalide — loomise alal.

TIIVULINE METALL

Insener A. Frolov

Aerodroomi betoonist väljakul seisab kerge hõbedane lennuk. Ta lühikesed tiivad on painutatud tugevasti taha ja ta meenutab noolt, mis on sihitud üles. Tal puudub propeller. Suure kiiruse mootor — reaktiivmootor — on peidetud lennuki kereesse. Nüüd suleb lendur kabiini hermeetilise katte, viipab teile tervitades viimast korda käega ja lennuk sööstab pärast lühikest hoovõttu õhku. Teda on raske jälgida, nii suur on ta kiirus; isegi heli jääb temast maha. Kõrgema pilootaazi figuuride juures, kui lendur meeletult paiskab masinat üles ja alla, näib, et õhukesed tiivad ei pea enam vastu ja hõbedane lind laguneb. Kuid masin asub maandumisele ja uuesti sätendab ta teie silme ees voolujooneliste pindadega, sigarikujulise kerega.

Lennuk koosneb rohkem kui 20 000 detailist, millest igaüks on konstruktori poolt hoolikalt läbi mõeldud, mille materjalide tugevus on arvatud keerukate valemitega ja mis on katsetatud ning kontrollitud mitmesuguste menetlustega. Töötamistingimused on neil detailidel väga erinevad: mõned neist taluvad suuri dünaamilisi koormusi, teised töötavad tuhandekraadilistes temperatuurides, kus metall hakkab juba hõõguma, kolmandad peavad olema eriti vastupidavad vibratsioonile. Kõike seda peab konstruktor arvestama ja läbi mõtlema, kui ta valib detailidele materjali.

Milliseid materjale konstruktor siis kasutab? Millest on valmistatud hõbedased linnud, mida me lennuväepäevadel imetleme?

Arenemise koidikul

Aastat kolmkümmend tagasi oli lendurite seas levinud järgmine naljodialoog: «Ütle, mis on lennuk?» — «Lennuk — see on veidi puitu, mis on mähitud tekstiili sisse.» Tõepoolest olid esimesed lennukid, alates juba 1882. a. välja-paistva vene leiduri A. F. Možaiski poolt ehitatuist ja juurde arvatud ka möödunud sajandi 90-ndate aastate ja käesoleva sajandi esimeste aastakümnete lennukid, ehitatud peamiselt puidust. Bambusrootalad ja puust latid, mis olid üle tõmmatud lõuendiga, ebakindlalt ühendatud ja kinnitatud ning pingutatud täies pikkuses terastraadiga — siin ongi teil esimeste õhulindude konstruktiivne põhimaterjal. Jalgratta terastorud ja veidi tugevdatud jalgratta rattad lõpetasid lennuki šassii. Ja neil habrastel aparaatidel lennati, püstitati rekordeid, vallutati õhu loodusjõude. Sellised lennukid võtsid osa sõjast 1914. aastal.

Kuid mitte ükski teine tööstusharu ei ole arenenud sellise peadpööritava kiirusega kui lennukiehitus. Mingisugune teine masinaliik ei vanane «moraalselt» nii ruttu kui lennuk. Kolmekümneaastase arengu jooksul on rohkem kui kümnekordselt ületatud kõik lennuasjanduse rekordid — nii kiiruse, kauguse kui ka kõrguse alal. Tundmatuseni on muutunud ka materjalid, millest ehitatakse lennukit.

Materjalide võistlus

Kaasaegse lennuki uue konstruktsiooni sündimine — see on keerukas protsess, mis on jaotatud paljude laboratooriumide, tehaste ja uurimisinstituutide vahel.

Erilist osa selles etendavad need tehased, kes varustavad lennuki- ja mootoritehaseid poolfabrikaatidega, lehtmataliga, plastmassidega jne.

Mida kõrgem on lennukiehituses kasutatavate materjalide kvaliteet, seda täiuslikum tuleb lennuk ja tema mootor.

Kogu lennukiehituse ajaloo kestel on toimunud suur võistlus materjalide vahel: puit, plastmassid ja metall tülitsevad ägedalt omavahel eesõiguse pärast lennata pilvede taga. Neist materjalidest on igaühel oma positiivsed ja negatiivsed omadused. Võitjana väljuvad need, mis vastavad põhinõudeile: nad peavad olema kõige kergemad ja kõige tugevamad. Kuid see pole veel kõik. Ka majandusmehed esita-

vad oma nõudmisi: materjalid peavad olema hinnalt odavad ja baseeruma täielikult kodumaisel toorainel. Ning tehnoloogid lisavad juurde: materjalid peavad olema kasutusotstarbelt universaalsed ja sobivad töötlemiseks.

Selles suures võistluses on paljud materjalid tunduvalt täiustunud, muutunud ja kvaliteedilt paranenud. Näiteks puit. Kas on tänapäeval kasutatav, spetsiaalsete keemiliste ainetega immutatud, pressitud ja oma tugevuselt metallist mitte mahajääv niinimetatud deltapuit sarnane esimeste lennukikonstruktsioonide saare- ja männiliistudega?! Ning plastmassid! Aastast aastasse suurenevad nende kasutus- alad. On tehtud katseid ehitada mitmesugustest plastmas- side sortidest terveid lennukeid. Üks plastmassi liikidest, pleksiklaas, on asendamatu materjal lennukikabiinide klaa- simiseks.

Kuid materjalide vahelisest võistlusest on senini siiski võitjana väljunud metall. Ta on täiuslikum kui teised mater- jalid ja vastab praegusaegseile nõudeile. Ta on kasutamis- võimaluste poolest universaalne: temast võib valmistada sisemisi jõuagregaatte ja väliseid katteid. Ta ei ima niiskust ega põle tules nagu puit või lõuend.

Ainult metall võimaldas organiseerida lennukite väljala- set vooltootmisega.

Kui mõnele keemikule Marsil satuks kätte nüüdisaegne lennuk ja marslane tahaks materjale analüüsides kindlaks määrata, millistest ainetest lennuk on ehitatud, milliseid metalle on maakeral, siis täidaks ta peaaegu kõik Mende- lejevi elementide tabeli lahtrid. Vaid väheseid raskemetalle ei leitaks lennuki detailides. Enamikus avastataks metalle vaid imeväikestes osades — manuste kujul.

Ainult mõnda üksikut metalli võib leida suures koguses ja esimene neist on tänapäeva tiivuline metall alumiinium.

Savist hõbe

Juhtub vahest, et mõnede teaduslik-tehnilistele avastus- tele ei pöörata algul tähelepanu. Kui töösturid XIX sajandi 80-ndail aastail hakkasid boksiitidest saama alumiiniumi, mõtlesid nad vaevalt, et see «savist hõbe» (mis oli hinnalt tunduvalt kallim kullast!) aitab inimesel vallutada õhu- ookeani, muutub tema tiibade materjaliks. Sest alumiiniumi- kilogrammi hind ulatus tol ajal 1200 rublani! Seda pehmet

metalli kasutati ainult kunstipäraste ilustuste valmistamiseks.

Kuid varsti läks alumiinium juveliiride kätest üle konstruktorite kätte. Tema tähelepanuväärne omadus, väike erikaal, ahvatles võtma teda kasutusele lennukitööstuses. Segas vaid üks asi: ta väike mehaaniline tugevus. Ei saa ju ehitada lennukeid metallist, mis, kuigi väga kerge, on nõrgem puidust.

Nüüd hakkasid alumiiniumiga tegelema keemikud ja metallurgid. Selgus, et kui alumiiniumi kokku sulatada väikese hulga teiste metallidega, siis võidakse saada sulameid, mis oma mehaanilistelt ja füüsikalise-keemilistelt omadustelt esialgselt alumiiniumist tunduvalt erinevad. Eriti häid omadusi näitab sulam, mis sisaldab peale alumiiniumi veel vaske, mangaani, magneesiumi ja päris mikroskoopilisi annuseid teisi metalle. Sellest lennukitööstuse klassikalisest sulamist, duralumiiniumist, arenes välja terve rühm sugulassulameid, mis juurdusid kindlalt lennukiehitusse ja töötavad ka tänini veel palju aimamatuid võimalusi. Üheaegselt uue tootmistehnoloogia kasutuselevõtuga langes tublisti metalli hind.

Tsaari-Venemaa tööstus ei tootnud alumiiniumi üldse. Alles pärast Oktoobrirevolutsiooni hakkas meil arenema alumiiniumitööstus kodumaiste boksiitide ja hüdroelektrijaamade elektrienergia baasil. Praegu omab Nõukogude Liit alumiiniumitootmise ja toorainetevarude alal ühe esikohtadest maailmas.

Alumiinium või teras?

1923. aastal töötas tuntud lennukikonstruktor ja nõukogude täismetalse lennuki ehituse isa A. N. Tupolev välja esimese täismetalse lennuki «ANT-2», mille ehitas tema juhtimisel alumiiniumist Aero- ja Hüdrodünaamika Keskinstituut. See lennuk oli esimeseks pääsukeseks nõukogude täismetalsete masinate hiigelperes, mille hilisemad liikmed nägid Gobi kõrbet, Jaapani saari ja põhjapooluse jääd. Nende lennukitega püstitati sadasid rekordeid, teostati märkimisväärsed lende Moskva—Kaug-Ida, Moskva—põhjapoolus—Ameerika. Nende masinate põhimaterjaliks oli dural, hõbedane alumiiniumisulam, mis oli kerge nagu puit ja tugev nagu teras. Alumiiniumisulamite juures esines puu-

dus, mis pidurdas nende kasutamist lennukiehituses: väike korrosioonikindlus, väike kindlus selle paljude metallide hirmsa vaenlase vastu.

Sööbiv rooste söi auklikuks lennuki kere, tiivad, telliku. Oli vaja võtta tarvitusele kiired ja otsustavad abinõud võitluses selle vaenlasega. Ja võitlus algas kahes suunas: korrosioonikindla alumiiniumisulami loomiseks ja alumiiniumi asendamiseks terasega. Esimesel silmapilgul tundub see teine viis teostamatuna. Tõepoolest, kuidas võib teras, mille erikaal on 7,8, asendada durali, mille erikaal on 2,8? Sest terasest ehitatud lennuk muutub peaaegu kolm korda raskemaks ega tõusegi õhku! Kuid teras, mis on vääristatud nikli, kroomi ja mõnede teiste metallide lisandamisega, on vaba olulisemast durali puudusest — ta ei roosteta üldse ja seepärast teda nimetataksegi roostevabaks teraseks. Ja nõukogude lennukikonstruktor A. I. Putilov koos kaastöölise kollektiiviga valmistas originaalse konstruktsiooniga lennukid «Stal-2» ja «Stal-3», mille põhimaterjaliks oli roostevaba teras ja mis olid kaua aega meie õhuliinidel ekspluaateerimisel. Konstruktori märkimisväärne meisterlikkus andis sellise täiuslikkusega masina, et selle kaal peaaegu ei erinenudki duralist ehitatud lennuki kaalust.

Näis, et teras on võitnud alumiiniumi: ta on tugev ja hästi töödeldav, ta ei karda merevett ega ka õhuniiskust. Kuid roostekindel teras osutus siiski liiga kalliks materjaliks lennukitööstuses. Seepärast on uued, täiustatud duralimargid, mis on tugevad ja kerged ning mis omavad tunduvalt suurema antikorrosioonse vastupidavuse, ka praegu massilise lennukiehituse põhimaterjaliks.

Metallurgid lahendavad ülesanded

Praegu ei kasutata enam peaaegu üldse terminit «duralumiinium», kuna see on muutunud liiga üldiseks. Kui on vaja ära märkida teatud sulamit, siis nimetatakse marki, kusjuures igale margile vastab erinev keemiline koostis ja vastavad erinevad mehaanilised omadused. Igäihel neist on kindel ülesanne: üks on profiilide ja torude jaoks, teist kasutatakse katematerjalina, kolmandat — õli- ja bensiini-paakide tarbeks jne.

Tehnilised tingimused esitavad metallidele erinevaid nõudeid. Üks esimestest on materjali mehaanilised

omadused: kõvadus rebenemise suhtes, tugevus, elastsus jne.

Teie ees on kolm hõbedavärvilist lehekest, mis väliselt on täiesti sarnased. Need on niinimetatud kontrollnäidised Isegi spetsialist ei eralda üht teisest. Ainult mehaanilised katsed suudavad näidata, et esimese vastupidavus tõmbele on 8 kg, teisel 20 kg ja kolmandal 45 kg ruutmillimeetri kohta. Milles asi seisab? Nagu tõestasid metallurgid, evivad ka mõned alumiiniumisulamid teraste väärtuslikku omadust — nad on karastuvad, s. t. nad omandavad suurenenud kõvaduse pärast kuumutamisele järgnenud kiiret jahutamist. Meie esimene näidis oli puhtast pehmest alumiiniumist. Kui palju teda ka ei karastataks, tema kõvadus ei suurene. Temast valmistatud lennukitiib koolduks, nagu oleks ta kartongist.

Teine näidis oli duralist, mis polnud termiliselt töödeldud. Kolmas näidis oli samast sulamist, kuid karastatud vastava menetlusega. Karastus suurendas enam kui 2 korda sulami kõvadust! Praegu toodetakse sulameid, mille kõvadus on veelgi suurem ja mis selles suhtes on järele jõudnud süsinikku sisaldava terase kõvadusele. Kergest, kuid nõrgast alumiiniumist saadi metall, mis tugevusest võrdub terasega.

Alumiiniumisulamid on väga tujukad karastuse temperatuuride režiimile. Kuid tänapäeva elektriahjud, mis on varustatud kõige täpsemate püromeetritega, kontrollisekirjutajatega ja automaatsete temperatuurireguleerijatega, oskavad säilitada väga täpseid temperatuure, ja alumiiniumi õige karastus ei tekita enam erilisi raskusi.

Ülikerged sulamid

Kuid kas ei leidu veel kergemaid materjale, mis oma kõvaduselt ei jääks maha duralumiiniumi parimaist markidest, kerguselt aga ületaksid neid tunduvalt? Sest kõik need kilogrammid, mille arvel lennuki kaal väheneb, muutuvad kiiruseks, suurendavad kasulikku koormust, tõstavad lennuki lennukõrguse ülemmäära ... Selgub, et selliseid metalle leidub.

Uurides lennukiehituseks enam-vähem sobivaid metalle, ei saanud teadlased jätta tähele panemata säravat, kõva, valtsitavat magneesiumi, mis omab seejuures ka veel

ahvatleva erikaalu — ainult 1,74. Ta on alumiiniumist pea-aegu kaks korda kergem. Samuti nagu alumiiniumigi, ei kohta me ka teda looduses puhtal kujul. Aga varude poolest maakoos on magneesium vallutanud kolmanda koha — ta järgneb alumiiniumile ja rauale.

Kuid ... magneesium oksüdeerub veelgi tugevamini kui alumiinium. Sellepärast ja ka tema mittepiisava tugevuse tõttu on võimatu kasutada teda lennukitööstuses puhtal kujul.

Metallurgid hakkasid tegelema uue keeruka ülesande lahendamisega: säilitades magneesiumi eelist kaalus, tuli suurendada tema tugevust ja kaitsta teda korrosiooni hävitava toime eest. Kestva töö tulemusena saadi magneesiumisulam tsingiga, alumiiniumiga ja mangaaniga, mida nimetati elektronmetalliks. Oma nimetuse pälvis ta iseloomuliku kollaka värvuse tõttu, mis sarnaneb merivaigu värvusega (vanal ajal nimetati merivaiku elektroniks). Varsti laienes ka see põhisulam, sarnanevalt duraliga, ülikergete sulamite perekonnaks, mille peamiseks koostisosaks on magneesium ja manusteks teised metallid. Praegu lähivad magneesiumisulamid kindlal sammul lennukiehitusse. Tõsi, magneesiumisulamid ei ole veel nii korrosioonikindlad kui alumiiniumisulamid ja hinnalt on nad ka tunduvalt kallimad, kuid need takistused võidetakse visalt. Võib oodata, et varsti ilmuvad lennukid, mille põhimaterjalideks on ülikerged magneesiumisulamid. Kuid ka magneesiumil on väga tõsine konkurent. See on valge kõva berüllium.

Vähestele, kes imetlevad suurepäraseid vääriskive — siniseid akvamariine, rohelisi smaragde, kollaseid berülle — meenub, et need kõik on metallühendid, milliseid võib-olla kasutab tuleviku lennukitööstus. Isegi juba praegu omab berüllium lennukiehituses tähtsa koha.

Berülliumi saadakse berüllist, mille erikujuks on ehtsad kristallid. Levinud on ta tunduvalt vähem kui alumiinium — maakoos sisaldab berülliumi kokku 0,003%, millest oleb ka tema kõrge hind. Kuid tema haruldased omadused — suur korrosioonikindlus, väike erikaal (1,85) ja kõrge sulamistemperatuur (1285°) avavad berülliumile hiilgavad perspektiivid.

Pilk tulevikku

Alumiinium ja magneesium on hõivanud tehnikas endile niisuguse koha, et nüüd sageli kõneldakse rauaajastu asendumisest kergete metallide ajastuga. Kuid ei alumiinium, magneesium ega ka berüllium ei ole veel avanud kõiki oma kaarte — nad on suuremalt osalt alles tulevikumetallid.

Tuleviku keemia annab masinaehitusele uusi materjale, mis on kohased töötamiseks eriti rasketes tingimustes. Sulameist, mis on kerged nagu puit ja tugevad nagu teras, hakatakse ehitama vastupidavaid stratosfäärilennukeid. Ülikiired reaktiivlennukid varustatakse kuumuskindlaist sulameist valmistatud mootoritega. Masinate metall muutub korrosioonikindlaks nagu plaatina. Need ennenägematud sulamite omadused saavutatakse väikese osa haruldaste metallide — berülliumi, titaani, nioobiumi, tantaali jt. — lisandamisega. Kuid haruldasi metalle ei peeta enam lähema tuleviku tehnikas haruldasteks. Paljusid neist loetakse praegu haruldasteks vaid sellepärast, et ei ole leitud veel ökonoomseid viise nende saamiseks maakoorest.

Teel reaalse Homse saavutusteni seisab ees veel palju raskusi. Kuid nõukogude inimesed on juba korduvalt näidanud tegudega, et nad oskavad raskustega toime tulla. Pidevalt kasvab Stalini preemiate arv, mis on määratud uute märkimisväärsete sulamite väljatöötamise eest. Ja võib kindlasti öelda, et nõukogude metallurgid loovad kodumaa hüvanguks uusi kuumusekindlaid teraseid, suure tugevusega ülikergeid sulameid, loovad tuleviku «tiivulisi metalle».

STALINLIKU AJASTU NOVAATORID

A. Tšernov

Alljärgnevas artiklis toob A. Tšernov huvitava kokkuvõtte autorite kollektiivi — tegelike tootmisesrindlaste — kirjutatud raamatust «Suurtel kiirustel», mis jutustab suurte löikekiiruste rakendamise pioneeride tööst ning tootmistöö novaatorite ja teadlaste koostööst.

Kuulsate stahaanovlaste-kiirtöötajate poolt kirjutatud raamat «Suurtel kiirustel» on üks hiilgavamaid lehekülgi stahaanovliku liikumise ajaloos, selle ühe uusima etapi ajaloos.

Selleks, et mõista, kuidas tekkis kollektiivse töö idee, peab endale selgeks tegema rahva loovate jõudude hoogsat kasvu kõik iseärasused, mis on nii eredalt kehastunud meie tööstuse kuldsete kaadrite liikumises — stahaanovlikus liikumises. Nõukogude ühiskonna iseloomustavaks jooneks on nõukogude inimeste kultuurilise taseme lakkamatu kasv. See kasv pole tingitud ainult Nõukogudemaa teaduse, kirjanduse ja kunsti tormilisest õitsengust. Täiuslik tehnika, mis on loodud meie maal targa stalinliku plaani kohaselt, on meie tehnilise relvastuse mitmekordistanud. Selle uue kõrgeklassilise tehnika juurutamine soodustas meie kodumaa töölisklassi, kes selle tehnika vallutas, kultuurilist ümberrelvastumist.

Nõukogude tööstuse töölistel on tegemist täiuslike masinate ja tööpinkidega, millel töötamine nõuab põhjalikke tehnilisi teadmisi ning laia silmaringi — ilma selleta poleks nad suutelised uusi töömeetodeid omandama.

Nõukogude inimeste töö omandab ikka selgemalt kommunismi nähtavad jooned.

Üheks niisuguseks nähtavaks jooneks on selgestiavalduv füüsilise ja vaimse töö vahelise piiri kadumine. Me ei imesta, et tehase «Kalibr» meister N. Rossiiski peab kõr-

gema õppeasutise auditooriumis loenguid õpetajaile ja tulevastele inseneridele, jutustades neile oma töömeetodeist, kollektiivse stahaanovliku initsiatiivi arengust. Tihe sõprus, mis seob teadlasi tootmise novaatoritega, on samuti kommunismi nähtavaks jooneks, mis kindlalt on juurdunud nõukogude inimese ellu ning muutunud juba täiesti endastmõistetavaks.

Sõprussidemed teaduse ja töö vahel ilmnevad erilise selgusega nõukogude masinaehituse alal. Metallitöötlemise areng on tõusnud meie maal tasemele, mida maailma tehnika ajaloos pole varem nähtud. Meie masinaehitajad on välismaistest masinaehitajatest ette jõudnud ning arendavad omandatud tohutute kogemuste varal kodumaist tehnikat edasi. Üheks selle liikumise märkimisväärseimaks vormiks on võitlus suurte lõikekiiruste saavutamise eest.

Esmakordselt maailmas hakati just Nõukogude Liidus metalle töötlemise suurendatud kiirusega, lühendades seega tunduvalt mitmesuguste detailide valmistamisaega. Meie maa on kiirlõikamise sünnimaa.

Kuid tulemused, mida saavutati kiirlõikemeetodite rakendamise «lapsepõlves», ei suutnud kauaks meie eesrindlikke tootjaid rahuldada. Nende loominguiline mõte otsis ikka uusi ja uusi teid lõikekiiruse suurendamiseks. Nende otsingute suurele ulatusele aitas kaasa sotsialistlik võistlus esimese sõjajärgse viisaastakuplaani ennetähtaegse täitmise eest. Sotsialistliku võistluse võimas tõus sünnitas terve rea tähelepanuväärivaid novaatoreid, metalli kiirlõikemeetodite initsiaatoreid. Need ongi raamatu «Suurtel kiirustel» autorid.

Nad on uhked oma erialale. Neid esimesel pilgul puht tehnilist laadi näivaid kiirlõikajate jutustusi läbib uhkustunne ja teadlikkus oma töö tähtsusest.

Enne oma kogemuste hindamist tehnilisest küljest, ütleb üks selle raamatu autoreid, P. Bõkov: «Mida tuleb öieti kiirtöötlemise all mõista? Suur lõikekiirus kui niisugune pole mul kunagi olnud omaette eesmärgiks. Peamine seisab ju kõrge tootlikkuse saavutamises...»

Pavel Bõkov mõistab, et peaasi on kõrge tootlikkus, sest see on kommunismi ehitamise tähtsaim tegur.

Kiirlõikajate töös, millest nad ise on kirjutanud, paistab silma palav armastus oma elukutse vastu. Tähtsamad uuenused, mida novaatorid tehnikasse on rakendanud, seletu-

vad loova suhtumisega töösse. Stahaanovliku liikumise praegusel etapil kannavad need uuendused sageli teaduslike leiutiste iseloomu.

Stahaanovlik liikumine lähendab meid seaduspäraselt kommunismile, kuna temas ühineb kõik eesrindlik, mida töölise ja inseneri tootmiskogemused ja teaduslikud uuringused annavad.

Tähelepanelik tutvumine raamatuga «Suurtel kiirustel» kinnitab seda mõtet mitmekordselt.

Ütleme juba kohe, et paljud kiirlõikajate saavutused, mida kõne all olevas raamatus kirjeldatakse, on täna juba ületatud. Sellegipärast pole raamat kaotanud oma tähtsust ja aktuaalsust. Selle raamatu väärtus ei seisa ainult selles, et eesrindlikud novaatorid, kellest paljud on saanud Stalini preemia laureaateks, on jutustanud oma rekordeist. Kiirtreialite kollektiivse raamatu tähtsus seisab selles, et ta väga veenvalt, huvitavalt ja arusaadavalt valgustab loominguliste otsingute teid, mis viisid tehnika täieliku omandamiseni ning võiduni aja üle, et ta selgesti näitab, kuidas võidab uus ning kindlustuvad tema positsioonid.

Tutvustav materjal on raamatus antud laiaulatuslikul tööstuslikul tagapõhjal. Igale selle raamatu autorile on tema enda edu täiesti kujuteldamatu üksikult, väljaspool kollektiivseid saavutusi. Tööpingid, graafikud, tsüklogrammid ei varja raamatus elusaid inimesi.

Kiirtöötledjad ei unusta hetkekski oma töö ning saavutuste sidet riiklike ülesannetega. Nad hoolitsevad selle eest, et nende kogemused võetaks üle tuhandete seltsimeeste poolt. See teeb raamatu huvitavaks ka mittemetallistidele.

Novaatorite-kiirtöötledjate raamat selgitab ja summeerib kõike seda, millest kiirmeetodid koosnevad, millest kogu kiirrežiimide imepärane kompleks moodustub.

Üleminek kiirlõikele toimus aegamööda. Novaatorlike ideede reaalsele läbiviimisele asudes kasutasid kiirtöötledjad paljude stahaanovlaste kogemusi.

G. Bortkevitš alustas töökoha organiseerimisest, tööriistade ideaalsesse töökorda seadmisest. Tööpingi komplekti kuuluvad osad, nagu padrunid, plaanseib, lünetid jt., asetab ta eri riiulile. Neist esimesel pilgul teisejärgulise tähtsusega paistvaist asjadest jutustab ta väga üksikasjaliselt. Selgub, et see sissejuhatus on väga tähtis — töökoha

organiseerimine peab olema põhjalikult läbi mõeldud, muidu ei jõua edasi.

Seega esimene lüli on töökoha organiseerimine. Edasi algab hoolitsus tööpingi eest, tema lahingukorda seadmine võitluseks kiiruste eest. Valmistudes kasutama kõvasulamist lõiketeri, mis taluvad suuri kiirusi, korraldab Bortkevitš oma tööpingi äärmise täpsusega: ta kaotab padruni, spindli, veoratta jne. vibratsiooni, sest kõvasulamid on väga rabedad, nad peaaegu ei talu lööke.

Kõik paistab olevat läbi mõeldud, arvestatud, pink eeskujulikku töökorda seatud, kuid Bortkevitš näeb, et tema lõiketerad suurtel kiirustel nürinevad juba mõne minuti pärast.

Ta otsib põhjust ning leiab, et selles on süüdi treipingi vibratsioon, mille tekitajaks osutus naabruses asuv hõõvelpink. Tõuked kandusid tsementpõranda kaudu Bortkevitši treipingile.

Kiirelt võeti abinõud tarvitusele: Bortkevitši treipingile valmistati erivundament. Treipink asetati 1,8 meetri pakusele betoonblokile, mis toetub kahekordseist tammeprussidest alusele. Ümbritsevast keskkonnast eraldati vundament turbapuru ja söesegu kihiga. Vibratsioon oli võidetud. Algas töö suurtel kiirustel.

Kuid Bortkevitš ei rahuldunud saavutatuga. Otsustanud lõikekiirust veelgi tõsta, hakkas kiirlõikaja-novaator otsima abinõusid tera vastupidavuse suurendamiseks.

Tera vastupidavus ei olene ainult materjalist, millest ta on valmistatud, vaid suurel määral ka lõiketera kujust. Nii Bortkevitš kui ka Bõkov ja teised stahaanovlased teadsid kirjanduse kaudu, et lõikeprotsess suurtel kiirustel on läbiviidav nii väikese positiivse kui ka negatiivse esinurgaga lõiketera abil. Kuid nurga suuruse kohta ei olnud käsiraamatuis ega õpikuis mingeid andmeid. Neile lõike-teooria peensustele vastasid stahaanovlased ise, luues palju märkimisväärseid uue geomeetriaga lõiketeri.

Bortkevitš leidis parima lõiketera geomeetria, andes talle umbes 2°-lise negatiivse esinurga.

Negatiivse esinurga kasutamine kõvasulamist terade puhul võimaldas paljudel stahaanovlastel terade vastupidavust mitmekordselt tõsta.

Positiivse esinurga puhul mõjub terale detaili poolt nihkejõud, mis püüab tera tippu maha murda. Oma rabaduse tõttu ei pea tera sellele nihkejõule vastu. Negatiivse

esinurga puhul on tekkiv jõud suunatud tera sisse, surub teda kokku. Survet aga kannatavad kõvasulamid väga hästi, kusjuures surve isegi suurendab tera vastupidavust.

Negatiivset tera esinurka kasutavad peale treialite ka hõõveldajad ja freesijad. Märkimisväärse vahetatava negatiivse esinurgaga kõvasulamist plaatidega freesi pea on loonud kiirfreesija D. Makejev, saavutades tema abil mitmekordset tööviljakuse tõusu.

Hõõveldaja Juri Nikiforov Stalini-nimelisest autotehasest on loonud sõna tõsisel mõttes imepärase lõiketera, muutes nurga standardsuurust ning andes lõiketerale nn. «tagurpidise nurga». Juba esimesel proovil lõikas tera 45 millimeetri laiuse laastu, s. o. kolm korda laiema kui tavaliselt.

On loomulik, et novaatorite otsingud sellega veel ei piirdu. Töö lõiketera veel täiuslikuma geomeetria leidmiseks jätkub.

Kuid edu saavutamiseks üleminekul kiirlõikerežiimile ei piisa nende imepärase lõiketerade kasutuselevõtmisest. «Võib varustada eranditult kõik töölised niisuguste lõiketeradega,» märgib P. Bõkov, «kuid sellegipärast oleksime kiirlõikemeetodite juurutamisest veel väga kaugel.»

Millised on siis vajalikud tingimused täie edu saavutamiseks kiirlõikel? Peale ülalmainitud kolme tingimuse tuleb veel nimetada tööpingi hoolsa korrashoiu ja ratsionaliseerimiste vajadust ning võitlust aja kokkuhoiu, kiirlõikajate ja inseneride tiheda koostöö, töökogemuste vahetamise, laiaulatusliku sotsialistliku võistluse ja mitmel tööpingil korruga töötamise eest.

Kõik need edu saavutamise tingimused on konkreetselt esitatud kümneis näiteis, mida autorid on ette toonud oma tööstuspraktikast, oma tööstuse elust. Nad on täiesti veenavad, sest nad on kontrollitud tegeliku töö praktikas.

Üldistades oma töökogemusi, jõuavad kiirlõikajad riikliku tähtsusega, kaugemale väljapoole tsehhi või tööstuse piire ulatuvatele järeldustele.

Selles suhtes on iseloomustavalt sügavasisulised ja tähtsad Kolomna raskemasinaehitustehase freesija D. Makejevi ettepanekud. Ta räägib sellest, et arvestades kiirlõikajate viimaseid saavutusi, on saanud aeg välja anda uued üleliidulised lõiketerade normid, ja teeb ettepaneku välja töötada uued tüüprežiimid metallide kiirlõikamise alal.

Nende ettepanekute tähtsus on kaheldamatu. Laiaulatusliku töökogemuste vahetamise vajadus on silmanähtav, kuna isegi treitera kuju küsimus treimistöõ puhul pole veel lõplikult lahendatud.

Raamatu lehekülgedel räägib P. Bõkov väga veenvalt sellest, et tema poolt tarvitusele võetud negatiivse esinurgaga lõiketeral on rida eeliseid, võrreldes positiivse esinurgaga treiteraga.

Ka iga elukutseline kirjanik ei oska nii erutavalt jutustada oma tähelepanekuist ja mõtteist, nagu teevad seda raamatu «Suurtel kiirustel» autorid.

Siinkohal ei saa meenutamata jätta füüsilise ja vaimse töö elementide liitumist stahaanovlaste töös. Just see liitumine võimaldabki neil mõelda ja kirjutada ratsionaliseerimisest mitte ainult omas osakonnas, vaid ka vajalikest muudatustest uute tehaste ja suurte tsehhide projekteerimisel.

Kiirlõikaja-stahaanovlane otsekuu väljub seejuures tehase müüride vahelt ning tungib julgelt suure elu piiresse, et aidata oma kogemuste ja nõuga planeerida tulevikku.

Nõukogude tööline on oma maal nii looja kui ka pere-mees. Ta teeb ettepanekuid, ootab vastust. Ja maa annab väärilise vastuse. Õpetlased, professorid, teenelised akadeemikud sirutavad novaatoreile oma sõbraliku abistava käe ning samas õpivad neilt revolutsioonilise tehnika kogemusi.

Tööpingitööstused toodavad iga kuu järjest suuremal arvul universaalseid tööpinke.

Tähelepanelikult kuulavad konstruktorid novaatoreid ning loovad suurendatud võimsusega vibratsioonivabu, suuremate pöörete arvu ja ettenihke reguleerimise piiridega kiirlõikerežiimidele kohandatud tööpinke.

Tehaste laboratooriumides ja teadusliku uurimise institutides tehakse suurt ja viljakat tööd. Kiirlõikerežiimide tundmaõppimise alusel töötatakse välja kiirlõike normatiivid, uuritakse ja parandatakse lõiketerade geomeetriat, proovitakse uusi kõvasulameid.

Meie maal on tööstus ja teadus mobiliseeritud appi kiirlõikajaile — see on seadusepärane. Märkimisväärne on selle liikumise olevik ja veel hiilgavam ta tulevik. Koos meie tehnilise võimsuse kasvuga muutuvad komplitseeritumaks ka Nõukogudemaa edasise progressi poolt esitatavad

nõuded, mida on võimalik täita ainult juurutades tööstusse, transporti ja põllumajandusse uusi vorme, mis võitlevad suure töötotlikkuse eest — kiirmeetodeid.

Selles tähtsas küsimuses on abiks kiirlõikajate poolt välja antud raamat. Ta võimaldab jälgida, kuidas kasvas meie tööline ja suurenes tema meisterlikkus, õpetab ületama raskusi ja saavutama oma eesmärgi. Raamatusse on kogutud väärtuslikke kogemusi, mis võimaldavad kasutada kiirlõikajate initsiatiivi rikkusi ka teistel aladel. Oulisim on aga see, et raamat aitab planeerida tulevikku, et tema autorid näevad seda tulevikku sotsialistliku tänapäeva võrsetes.

MÜÜRSEPA SÕNA

Stalini preemia laureaat, ehitaja-müürsepp P. Orlov

Hiiglasuur ilus maja Gorki tänaval, kus ma elan, on neljakümne seitsmes, mis minu poolt on ehitatud.

Nelikümmend kaks aastat on möödunud sellest ajast, kui ma alustasin esimeste telliste ladumist ehitusele. Siis ma ehitasin väikest kolmekorruselist majakest Malaja Tatarskaja tänaval. Ka nüüd, kui ma juhtun olema Zamoskvo-retšjes, külastan oma «esikteost», mida on ikka raskem ja raskem leida uute majade hulgast.

Vähe ehitati revolutsioonieelseil aastail Moskvat. Peamiselt kahe-kolmekorruselisi majakesi, «tuluallikaid», nagu neid siis nimetati. Ilusaid maju oli vaid mõningaid. Headel meistritel polnud kusagile käsi külge panna.

Mäletan, kuidas ma kuus aastat järjest teenisin ainult neli rubla kuus. Elasin keldris, magasin naril, olin jooksupoisiks ettevõtjale ja kümnikule, puhastasin nende saapaid. Hiljem ülendati mind «kitsekandjaks». Kasutades seda algelist riistapuud — «kitse», kandsin seljas oma jõule mittevastavaid tellisekoormaid.

Praegu pole lugu enam nii. Põhiline, mis eraldab meie sotsialistlikku ehitust revolutsioonieelsest, on mehhaniseerimisvahendite laialdane levik. Nagu muinasjutuvägilased abistavad ehitajat praegu mitmesugused masinad ja seadised.

Võtame näiteks tornkraana. See toimetab tellised ja mõrdi ükskõik millisele ehitusekorrusele, otse töökohale ja müürsepa kätte; rasket tööd teevad müürsepa asemel veel teisedki masinad.

Kümned töölisel vaevasid end varem päevade viisi vundamendikaeviku kaevamisel. Praegu aga teeb ekskavaator «ЛК-А» selle vaevarikka töö mõne tunniga, vabastades kümneid ja sadu töökäsi.

Mehhanismide kasutamine on teinud ehitajate töö palju kergemaks, rõõmsamaks, vabastas nende vaimsed jõud ja aitas neil oma töösse sisse viia loomingulisi elemente.

Kui varemalt Moskvas hooneid ehitati aeglaselt, aastaid, siis nüüd on kogu Moskva nagu määratu suur uus-ehitus, kus püstitatakse tuhandeid elamuid, vabrikuid, tehaseid. Stalinlikkude viisaastakute jooksul muutusid tellisteladumise meetodid, võeti kasutusele uusi stahaanovlikke töövahendeid ja -riistu, ehitaja-müürsepp hakkas tungima inseneri tegevuse sfääri, looma ehitusele uusi seadusi.

Aastatuhandeid kasutas müürsepp igipõlist tööriista — väikekellut. Vaaderpassi, nööri ja ladumisnööri kõrval muid tööriistu varemalt ei tuntud. Väikekellu võimaldas haarata ja asetada mörti vaid ühe tellise tarvis. Siis ilmus uus, palju täiuslikum tööriist — kellu — ja lõpuks Maltsevi kopp-labidas, mis asendab kümneid väikekellusid. Maltsevi kopp-labidat kasutan ma oma töö juures alati. See võimaldab asetada mörti korraga kümne tellise tarvis, mis paljukordselt tööd kiirendab.

Stahaanovlike töövahendite hulka kuuluvad ka Širkovi või Ahmadulini riisad, mille abil saab ladumisnööri kinnitada ja kiiresti üle viia iga uue laotava tellistekihi tasapinnale. Samasuguseiks töövahendeiks on ka Artemenko uued metallpostid, mille kasutamine võimaldab tööd katkestamata töökoha kõrgust reguleerida.

Jutustan sellest, kuidas sündisid minu enda uued töömeetodid.

Varemalt töötas müürsepp üksinda: ise ta kandis töökohale telliseid ja mörti, ise võttis telliseid ja ise ladus nad kohale. Nõukogude ajal ilmusid abitöölised.

Esimene mõte uuest töömeetodist tekkis mul juba 1928. aastal Kaganovitši-nimelise esimese kuullaagritehase elamukorpuste ehitamisel. Minu brigaad ladus avadevahelisi seinu, s. o. neid seinaosasid, mis asuvad aknaavade vahel. Töötada oli kitsas ja ebamugav. Abitööline hoidis tellist ja ootas, kuni müürsepp selle võttis. Kuid juhtus ka vastupidist: müürsepp ootas seni, kui abitööline andis telliseid või mörti.

Töötasin ja ise mõtlesin sellele, kuidas tööd kiirendada. Ja siis tuli mulle pähe lihtne lahendus — organiseerida töö selliselt, et telliseid pole tarvis võtta mitte abitöölise käest, vaid otse seinalt. Abitööline peab nüüd asetama juba varem

rea telliseid vahetult seinale, et müürsepal oleks neid sealt kerge võtta.

Minu brigaad hakkas töötama uuel viisil — kahest inimesest koosnevate lülidega. Tööviljakus tõusis järsult ja me edestasime kõiki teisi brigaade. Sellest tegime järgmised järeldused.

Töötada isaisade viisil praegu enam ei saa — jääd maha või hakkad tammuma paigal. Kui aga hakkad töötama uuel viisil, täiustad ennast pidevalt ja tõmbad endaga ka teisi kaasa.

Milles siis seisis see uus telliste eelneva laialilaotamise meetod «Orlovi järgi» (nii nimetatakse seda praegu õppeplakateil).

Inimeste õigemas paigutamises ja operatsioonide järge-
nevuses. Järk-järgult, kiirladumise kogemuste edasise arenemise tulemusena, sündisid kahe-, kolme-, viie- ja kuueliikmelised lülid, s. o. lülid, mis koosnesid mitmest või ühest müürseppade paarist, mis omavahel ühendati abitöölisega (siit tekkis kolme- ja viieliikmeline lüli). Ma arvan, et töömeetodid viie- ja kuueliikmeliste lülidega on head ja et see on vajalik suurte ehitusrinnete puhul. Kuid keskmise mahuga ehitustel on otstarbekam kaheliikmeline lüli (millega mina töötan) või kolmeliikmeline lüli (kaks müürseppa ja abitööline).

Juba 1938. aastast alates töötab kolmeliikmelise lüliga müürsepp novaator Kozin.

Kuid mitte ainult uute töömeetodite organiseerimises ei peegeldu meie «müürimeistrite», nagu meid Venemaal ammust ajast on nimetatud, novaatorlus. See seisab ka vanade normide julges revolutsioonilises murdmises.

Varemalt, enne revolutsiooni näiteks, arvati, et talvel pole võimalik ehitada. Kardeti, et talvine müüritis kevadel sulab ja sein vajub. Müürsepa töö oli sesoonne. See oli ülekohtuks nii mulle kui ka minu isale, kes tihti kõneles, et võib ehitada ka talvel. Aga kas oli võimalik ettevõtjat selles veenda?

Alles nõukogude korra aastail pooldati minu ideed, ja mul oli võimalus katsetada talvel ehitamist. Nagu praegu mäletan, ehitasin ma siis talvel suure maja Kurski vaksali lähedale. Teise maja ehitasin ma talvel Starokonjušennõi põiktänavale. Ja mis selgus? Palju aastaid on möödunud sellest ajast, ja mõlemad hooned seisavad ilma ühegi praota ja seisavad veelgi sadu aastaid. Armastan talvel töötada.

Hingata on kerge ja töö edeneb. Selline oli veel üks minu uuendus.

Töötades vana maja pealehituse juures Gorki tänaval nr. 29, veendusin, et vana hoone tugevuse normid tunduvat ületatakse. Neljale korrusele lisandusid veel kaks korrust. Selle maja seinte paksus oli 51 cm. Kui oleksime jätkanud sellise paksusega seinte ehitamist, siis oleks see konstruktsiooni üle koormanud ja oleks tulnud tugevdada vundamente ja alumisi korruseid.

Ma tegin rea arvutusi ja tulemusena mõtlesin välja uue ladumismeetodi, tehes ettepaneku massiivse paksu seinaga asemel ehitada kolm õhukest seinakest, sidudes neid ristikulgevate sidekividega. Sellised õõnesseinad on minu arvamise järgi soojapidavamad, nad on kergemad ja seejuures küllaldaselt tugevad. Peale selle hoitakse kokku veerand osa telliseid ja muid ehitusmaterjale.

Minu ettepanek, pärast hoolikat analüüsi eriteadlaste poolt, võeti vastu. Uus meetod sai hiljem teadusliku põhjenduse ja juurutati praktikasse. Käesoleval ajal on mul lõpetatud ja proovitud kahe õhugahega kahe kivi paksuse õõnesseinaga ladumine, mis võimaldab ehitada kuni seitsmekorruselisi hooneid.

Juba 1936. aastal hakkasin kasutama real suurtel ehitustel kolmes haardealas üheaegselt töötamise meetodit. See meetod muudeti meister Kozini poolt kompleksseks.

Ma armastan oma eriala ja olen uhke sellele. Meie tingimustes nõuab see mitte ainult musklite jõudu ja vene taibukuse kasutamist, vaid ka töö stahaanovlikku organiseerimist. Palju aastaid olen ma ehitanud elamuid, vabrikuid ja tehaseid; mul on, mida mäletada. Me ehitasime terveid tänavaid Ussatševkale, NSV Liidu Teaduste Akadeemia elamute korpused, töölislinnaosa Lenini eeslinna, metroo allmaapaleed ... Kõike pole võimalik loendadaagi!

Kui töötad ehitusel kõrgel tänavate kohal, siis rõõmustab südant vaade, kuidas meie uus sotsialistlik Moskva kasvab.

Meie kodumaa, meie valitsus ja partei oskavad lihtsaid inimesi hinnata. 1950. aastal määrati mulle algupäraste töömeetodite eest Stalini preemia.

Ma olen uhke ka sellele, et minule, Nõukogude Liidu vanimale müürsepa, on juba eluajal püstitatud ausamas. See seisab Kropotkinskaja tänaval koolihoone esisel, mille seinad minu brigaad püstitas 28 päevaga.

Sadade ja tuhandete kordseks on kasvanud ehitustööstuse stahaanovlaste hulk. Nende hulgas pole vähe minu õpilasi. Neid on tekkinud ka rahvademokraatia maades. Hiljuti sain kirja Rumeenia linnast Galatist.

Mulle kirjutas tuntud müürsepp Luigi Strenati:

«Kallis seltsimees Orlov!

Ma tahaksin mõne reaga väljendada oma tunnustust selle hindamatu abi ja toetuse eest, mis minu tööle andis Teie raamatu lugemine... Süvenedes kõikidesse Teie töömeetodi peensustesse, võisin parandada oma tööd ja jõuda selleni, et hakkasin 8 tunni jooksul laduma 25 m³ telliseid varem laotud 2 m³ asemel.

Suur osa Rumeenia müürseppi kasutavad praegu Teie töömeetodeid.

Ma tahaksin Teiega alustada regulaarset kirjavahetust, sest olen veendunud, et Teie ei peatu oma töös saavutustel, mis on kirjeldatud teie raamatus, vaid jätkate oma töömeetodite täiustamist.»

Jah, kallis Luigi, — vastan ma oma rumeenia seltsimehele, — meie ei peatu saavutatul, me täiustame pidevalt oma töömeetodeid. Meie maa on ülesehituse maa, kus loomingulist tööd hinnatakse kõrgelt. Seda tõendab NSV Liidu Ministrite Nõukogu määrus Stalini preemiade määramise kohta tellisteladumise töödel kõrget tööviljakust andvate meetodite väljatöötamise ja juurutamise eest.

Autasustatud ehitajate keskel kohtame järgnevaid nimesid: tellisteladumise stahaanovlikkude töömeetodite instruktor, rea stahaanovlikkude töövahendite ja tööriistade autor Ivan Pigassovitš Širkov, väljapaistev meister Fedos Dmitrijevits Šavljugin, minu õpilane Vassili Vassiljevits Koroljov, vanema põlve meister Nikolai Jefimovitš Olšanin, Kiievis töötav suurepärane tellisteladumise noor meister Ivan Mihhailovitš Rahmanin jt. Sõjajärgse stalinliku viisaastaku kestel ladus sm. Rahmanin 7 miljonit tellist. See on 22 aastanormi.

Sõitke siia, sm. Strenati. Me aitame teid meeeldi oma kogemustega.

SUURPANEELSED MAJAD

Insener B. Smirnov

Eile

Telliste, kivide ja palkide virnad, liivakuhjad. Samas valendab lubjakustutusauk, kaugemal, pukkidel, saevad saagijad mõõdukate tõmmetega palke laudadeks, pisut eemal, katusealuses, meisterdavad laudsepad aknaid ja uksi.

Keskel asub ehitatav hoone. Ta on ümbritsetud tiheda puittellingute võrguga, mille läbi on raske eraldada tema kontuure. Paindudes telliste raskuse all, tõusevad aeglaselt mööda töötreppe üksteise järel ehitusele «kitsekandjad», on kuulda kirvelööke ja vankrite naginat.

Nii ehtasid isad ja isaisad.

Enamikule meie noortest, kes tunnevad linnavahi ja urjadniku kuju vaid õpikute piltidelt, on sellised sõnad, nagu «kitsekandja», «lubjaauk», täiesti tundmatud.

Need oskussõnad ja koos nendega ka vanad töömeeted läksid igavikku koos isevalitsuse ja vana eluviisiga.

Täna

Sulgege silmad ja püüdke kujutleda ehitatavat maja. Teie mälu, summeerides nähtust kujutlused, joonistab fotograafilise täpsusega üldistatud pildi tänapäeva ehitusest.

Te näete püstitatavat hoonet kergeis ažuurseis metalltellinguis (kuid võib-olla ka täiesti ilma nendeta) kasvamas maast valmis-seintega, mis on kaetud heledate betoon- või keraamikaplaatidega nagu soomusega.

Kindlasti kujutlete kõrgustesse tõusvaid tornkraanasid, mis

libisevad mööda rööbasteed piki ehitatava maja külge. Nende pikad, üle ehituse ulatuvad nokad nagu hiigelskäed võtavad autost ja tõstavad ehitusele tellistekonteinereid, mõrdipunkreid, akende- ja usteplokkide komplekte, raudbetoon-talasisid, plaate ja arhitekturseid detaile.

Puuduvad «kitsekandjad», lubjaaugud ja vankrid. Kõik need on muutunud muinsusesemeiks. Ehitusplatsil askeldavad autod, on kuulda mootorite mürinat, vintside löginat, signaalide helisid, mis kõnelevad tööde rütmist ja tempost.

Need ehitusplatsil toimunud muudatused, mis nii järsult erinevad vanast ehituspildist, on nende hiigeledusammude tulemuseks, mis ehitustegevus on saavutanud stalinlike viisaastakute jooksul.

Aga kas võib saavutatuga rahule jääda? Muidugi mitte! Kui 1949. aastal Moskva ehitajad andsid kasutamiseks 400 000 m² elamispinda, siis mõne aasta pärast peab pealinn saama vähemalt 1 000 000 m² aastas. Partei ja valitsus on pööranud suurt tähelepanu industrialiseerimisele kui põhilisele teele, mis peab tagama ehituse kasvu sellise tempo. Maja tuleb valmistada tehases samuti nagu seal tehakse sõiduautosid või treipinke. Ehitusplats aga peab muutuma nende majaehitustehaste monteerimistsehhiks, kus kiiresti, ilma jäätmete ja prahita, mis varemalt ehitusele alati kaasnesid, monteeritakse kokku paljukorruselised heakorrastatud hooned.

Siin tehakse maju

Viibime majaehituskombinaadis. See on hästiorganiseeritud tööstus, mille tehnoloogiline protsess kulgeb konveieri-printsiiibil.

Kõik operatsioonid on mehhaniseeritud, agregaatide tööd jälgivad fotoelemendid.

Kombinaadi keskusse tuuakse rida mitmesuguseid materjale ja tooteid, millest pärast töötlemist konveieril valmivad paneelid, mis moodustavad majakomplekti.

Ühel konveieril tehakse välisseinu, teisel — siseseinu, kolmandal — vahelagesid jne.

Vaatleme näiteks ühte voolust, milles valmivad välisseinte paneelid (vt. joon. lk. 242 ja 243).

Need paneelid koosnevad mitmest erinevate omadustega

betonikihist, traadist sarrussõrestikust, akende või uste plokkidest ja voodriplaatidest või arhitektuurseist detailidest.

Paneelid valmistatakse mahakeeratavate servadega tugevais metallvormides, mis liiguvad mööda konveierit ringikujuliselt.

Prahist puhastatud ja erilise, betooni kleepumist vältiva koostisega seest määratud vorm tuleb konveieri algusesse, kus temasse kõige enne asetatakse aknaplokk ja sarrussõrestikud.

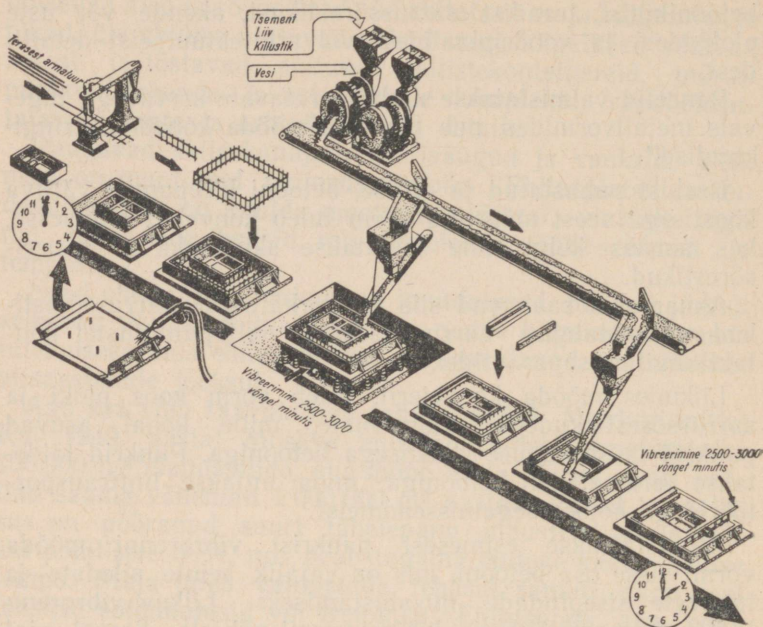
Aknaplokkid saabuvad siia naaberkäitisest, sarrussõrestikud valmistatakse sarruse-tsehhis paljupunktilistel kontaktkeevitamisaparaatidel.

Liikudes mööda konveierit, tuleb vorm koos ploki ja sarrussõrestikkudega vibrolauale, mille kohal asuvad punkrid mitmesuguse koostisega betooniga. Punkrid täidetakse perioodiliselt betooniga, mida antakse lintranspordööriidega betoonisegamisseadmeist.

Algul lastakse esimesest punkrist vibrorenni mööda vormi sisse osa betooni, mis on vajalik seinte siledate ja tugevate sisepindade moodustamiseks. Liikuv vibrorenn laotab betooni ühtlase kihina vormi põhjale. Samal ajal lülitatakse käiku vibrolaua mootor ja kogu vorm hakkab väikeste, kuid väga tihedate võngetega värisema. Väristamise toimel muutub betoon plastiliseks ja täidab kõik vormi nurgad ja tühemed.

Pärast seda lastakse teisest punkrist samal viisil vormi teine betoonisegu, mis moodustab seinä põhimassi. See betoonisegu peab andma seinale soojapidavuse ja kaitsma teda läbikülmumise eest. Tavalise killustiku asemel kasutatakse selles segus kergeid, poorseid täitematerjale — vahustatud ja põletatud savi (keramsiit), vahustatud räbu (termosiit) või looduslikku pimsskivi. Need muudavad betooni kergeks ja soojapidavaks. Sellise betooni tükk ujub vabalt vees. Sellest valmistatud sein on kaks korda õhem, poolteist korda soojapidavam ja neli korda kergem kui tellissein. (Vormide täitmise operatsioon soojapidava betooniga on joonisel vahele jäetud.)

Kergebetoon täidab peaaegu kogu vormi, ulatudes veidi madalamale ülemisest servast. Ülejäänud ruumala täidetakse kolmandast punkrist dekoratiivbetooniga. Eelnevalt asetatakse vormi arhitektuurseid detailid, vööd, rosetid.



Need jäävad servadega betooni sisse, moodustades betooniga ühtse terviku.

Dekoratiivbetoon, nagu tema nimetus näitab, moodustab seina fassaadipinna. Peale selle peab ta kaitsma hoonet niiskuse, pakase ja tuule kahjuliku mõju eest. See kiht peab olema tihe ja tugev.

Et anda fassaadile heledat värvust, valmistatakse see betoonisegu valgest tsemendist heleda killustikuga. Arhitekti soovi kohaselt võib teda värvida ükskõik millises värvi-toonis, lisandades vastavaid värvaineid.

Pealt ühendatakse ja silutakse dekoratiivbetoon vibree-riva latiga. Seejuures muutub paneeli pind siledaks ja tasaseks.

Sellega lõpeb vormi täitmine, mille järel ta läheb auru-tuskambri, kus äsjapaigaldatud betooni aurutatakse kuuma auruga. Selle tagajärjel kivistub betoon kiiresti ja muutub tugevaks. Pärast 16-tunnist aeglast edasiliikumist kambri väljub paneel kambri teisest otsast ja läheb vormi vabastamise seadmele. Siin keeratakse vormi servad maha, seade asetab vormi vertikaalsesse asendisse, kraana

haarab valmispaneeli ja viib selle lõpliku viimistlemise ruumi, vorm aga läheb tagasi konveieri algusesse, et alustada uut tsüklit.

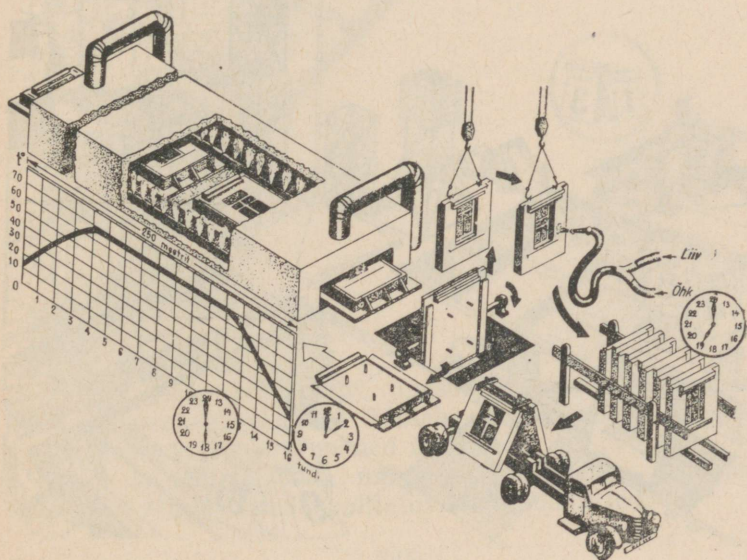
Esimese paneeli järel väljuvad kambrist 10—15-minutiste vaheaegadega teine, kolmas jne. paneel. Kõik nad vabastatakse vormidest ja suunatakse viimistlusele. Siin töödeldakse nende fassaadipinda elektrifreesidega või liiva-joa-aparaatidega, mis annab fassaadile loodusliku kivi nägusa välimuse.

Paneeli valmistamisprotsess on lõppenud. Valmispaneel läheb tehnilisele vastuvõtmisele, ta markeeritakse ja suunatakse lattu, kust veetakse maja monteerimise kohale.

Siin pannakse majad kokku

Siia, sellele hoonestamata maa-alale peab tekkima elamukvartaal (vt. joon. lk. 244 ja 245).

Algul tulevad hoonestamata maa-alale geodeedid. Nad märgistavad majade, skvääride ja tänavate asukohad. Seejärel ilmub ekskavaator. Mehaaniline labidas, mida juhitakse motoristi mugavast kabiinist, kaevab 2—3 vahetuse jooksul keldrikaeviku ja maa-aluste kommunikatsioonid.



nide kraavid. Varem kulus selleks kümneil mullatöölistel mitu nädalat rasket tööd.

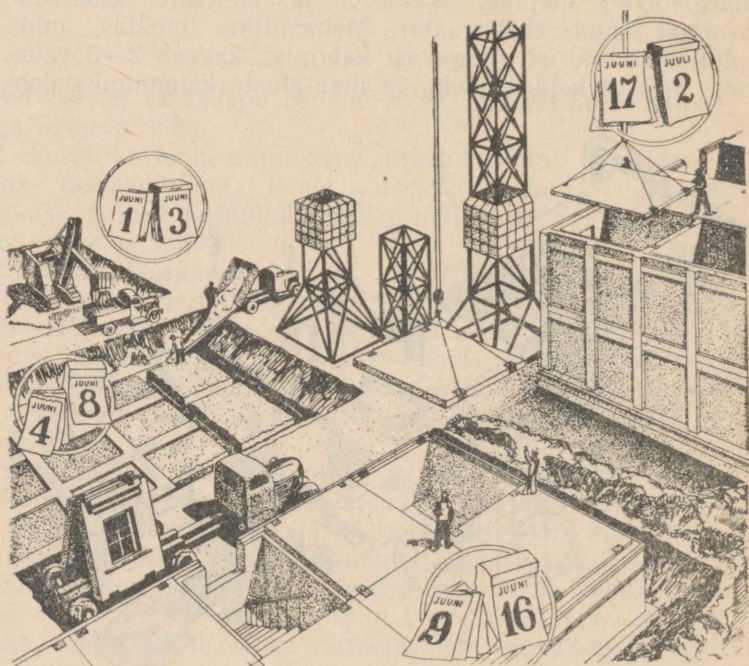
Lõpetanud oma töö, läheb masin üle teise maja ehituskohale. Keldrikaevikus algab nüüd vundamendi monoliitsete lintide valmistamine.

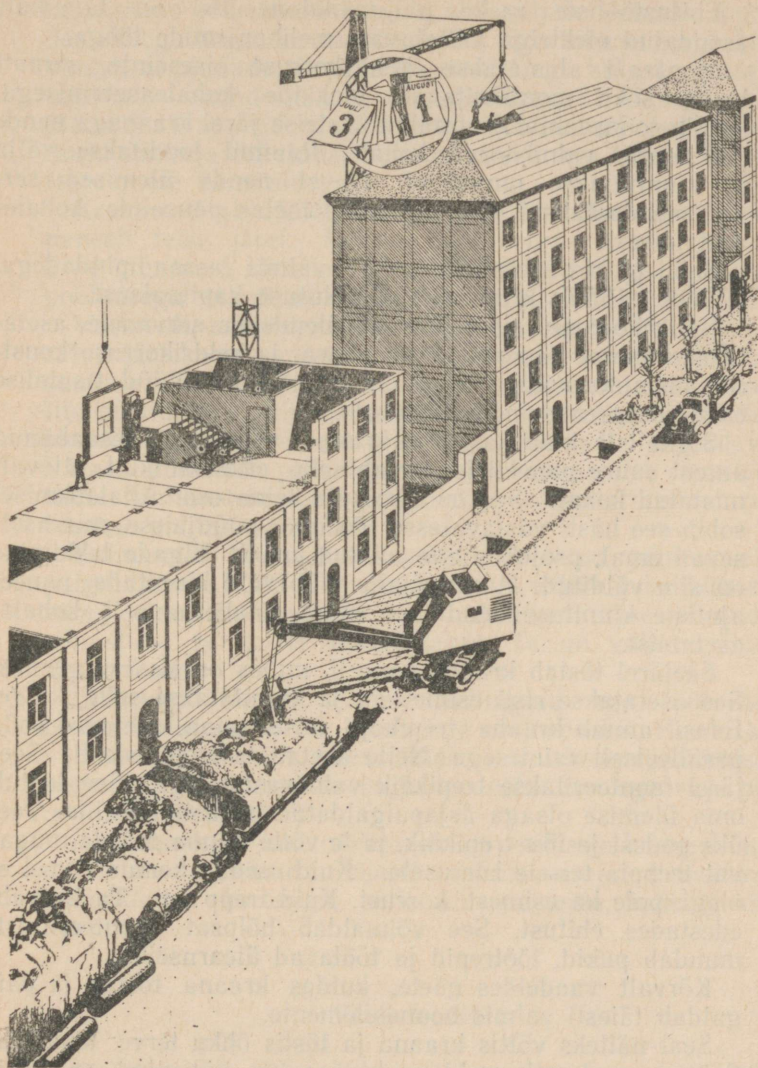
Juurdesõitnud veoautolt libiseb betoon kuulekalt mööda vibrorenne selleks ette valmistatud vundamendikraavidesse.

Samaaegselt asetatakse piki kaeviku äärt rööpad, millele monteeritakse tornkraana; asetatakse kohale torujuhtmed, kaablid, tehakse teed. Nendeks töödeks kulub seitse kuni kümme päeva, millega lõpeb ettevalmistav etapp; sellest momendist alates on ehitusplats hoonete püstitamiseks valmis.

Algab ehitamine. See ei sarnane üldse ehitamisele meie kujutluse järgi, olgu see kuidahes ohtrasti varustatud mehhanismidega ja eeskujulikult organiseeritud.

Te ei näe ehitusplatsil telliseid, laudu, talasid ega muldlae või vaheseinte kilpe. Kuidas te ka ei otsiks, teil ei ole





võimalik leida müürseppi, puuseppi, krohvijaid. Inimesi ehitusel peaaegu ei olegi. Töötab «eestöoline» — kraana, teda teenindavad vaid mõned inimesed.

Maja ei ehitata, teda monteeritakse. Selles tegevuses peituvad hiiglasuured kvalitatiivsed muudatused.

Ehitustöölise raske paljunädalane töö on täielikult asendatud elektriga käitatavate mehhanismide tööga.

Montaaži alustatakse keldrikorruse siseseinte, samuti hoone sokli monteeritavate plokkide kohaleasetamisega. Raudbetoonraamid asetatakse üksteise järel kraanaga nende jaoks ette valmistatud kohale. Raamid looditakse välja ja kinnitatakse omavahel nii, et nende ülemised servad moodustaksid tasase pinna vahelae paneelide kohaleasetamiseks.

Sokli plokid asetatakse kohale valmis fassaadipindadega, millede välimus kriipsutab alla ehituse kapitaalsust.

Keldrikorruse seinte ja sokli ülemistele servadele asetatakse vahelae paneelid. 2—3 päeva, ja keldrikorruse konstruktsioonide monteerimine on lõpetatud. Nüüd asutakse esimese korruse monteerimisele.

Signalisti kuulekas vile, kraana võtab juurdesaabunud autost suure paneeli ja asetab selle ettevaatlikult ettevalmistatud kohale. See on trepikoja seina osa. Allalaskmisel sobib see hästi vastavatesse fiksaator-püüdjaisse, mis asetsevad omal, projektis ette nähtud kohal. Vigade tekkimine on siin välditud. Monteerijaile jääb vaid kinnitada paneel ajutiste kinnitusvahenditega enne naaberpaneeli kohaleasetamist.

Seejärel tõstab kraana paneeli, milles on sissekäigu uks. See asetatakse risti esimesega ja kinnitatakse selle külge. Edasi annab kraana trepikoja teise seina, asetades selle paralleelselt esimesega. Neile asetab ta trepipodesti. Seejärel monteeritakse trepikäik valmisastmetega. See toetub oma ülemise otsaga äsjapaigaldatud podestipaneelile. Veel üks podest ja üks trepikäik, ja te võite minna mööda mugavat treppi teisele korrusele. Kuid seda korrust veel ei olegi, pole ka esimest korrust. Kuid trepp on. Ta kasvab, edestades ehitust. See võimaldab hõlpsat monteerimist, muudab pukid, töötrepid ja töölavad ülearuseiks.

Kõrvalt vaadeldes näete, kuidas kraana tõstab ja paigaldab täiesti valmis hoone-elemente.

Seal näiteks võttis kraana ja tõstis õhku terve toaseina. Seinas on aken koos klaasidega, seina välispind on arhitektuurselt viimistletud ja ainult sisepind vajab veel värvimist või tapeetimist.

Teisal asetab kraana kohale siseseina paneeli. Sellesse on juba valmistamise ajal tugevalt kinnitatud uks.

15—20-ruutmeetrise pinnaga vahelae hiigelpaneeli ase-

tab kraana eriliste traversside abil neljale seinale, lõpetades sellega kogu toa monteerimise. See tuba ei vaja krohvimist, ei pindade siledaks hõõrumist ega ka nn. puusepatoodete — akende ja uste — paigaldamist. Kõik paneelide jätkukohad asuvad ruumide nurkades. Ainult vertikaalseid nurki on vaja takutada, horisontaalsed aga kaetakse arhitektuursete karniisidega.

Kraana võtab, tõstab õhku ja paigaldab kavakindlalt ühe paneeli teise järel. Monteerijate brigaad, mis koosneb 3—4 inimesest, kinnitab paneelid üksteise külge. Iga tunnipoolteisega valmib uus tuba.

Vastavalt monteerimisgraafikule, rangelt kindlaksmääratud järjekorras antakse kohale see või teine paneel ning sanitaartechniliste juhtmete, suitsu- ja ventilatsioonikanalite plokid, mis üheaegselt jäävad ka ruumide seinteks. Nende glasuuritud plaadikestega pinnad sätendavad. Pärast paneelide paigaldamist ja kinnitamist monteeritakse sanitaartechnilised seadmed ja elektriarmatuur ning tehakse puhtad põrandad.

Kolmandal korrusel ei ole veel lõpetatud põhipaneelide paigaldamine, kuid esimesel korrusel töötab juba küttesüsteem, seinad ja laed on värvitud, lõpetatakse põrandate viimistlust ja korter lukustatakse. Ta on valmis elanike vastuvõtuks.

Ehitataval hoonel ei ole tellinguid ega töölavasid, hoone ümbruses ei ole laaste ega ehitusprahti. Hoone kasvab täiesti valmiks, olles ilmeka arhitektuurse viimistlusega, mis on pikaealine nagu looduslik kivi ega vaja perioodilist värvimist.

Poolteise-kahe kuu möödudes on endisele hoonestamata maa-alale tekkinud täiesti valmis maja kahekümnekolmekümne korteriga, selle kõrvale teine, kolmas, kümnnes.

Veidi teooriat

Maja kasvab silmanähtavalt. Tema tugevus ei ole väiksem tavalisel meetodil ehitatud majade tugevusest. Neis suurpaneelseis, sõrestikuta majades viiakse ellu õhukese-seinaliste elementide ruumilise jäikuse kasutamise idee.

Võtke tikutoos. Ta koosneb kuuest omavahel perpendikulaarsest diafragmast, mis üksikult on õhukesed pain-

duvad plaadikesed. Ühendatuna omavahel kõigi nelja servaga, nad moodustavad suure jäikusega ruumiliselt muutmatu süsteemi.

Suurpaneelseis sõrestikuta majades on efektiivselt kasutatud kandekonstruktsioonidena sise- ja välisseinu, mis tavaliselt on vaid piireteks. See võimaldab ehitamist ilma kandesõrestikuta, mille täiteseinte ehitamine vajas vältimatult väikeelementide ja järelkult ka käsitöö kasutamist.

Konstruktorite, tehnoloogide ja monterijate koostöö tulemusena on juba loodud selliseks ehitamiseks vajalikud konstruktsioonid kergebetoonidest, mille täitematerjalideks on vahustatud savi või kõrgahjuräbu.

Teoreetilised uurimused on kontrollitud praktikas. Meetodi efektiivsus on silmanähtav. Probleem on põhiliselt lahendatud.

Ülalkirjeldatule analoogilist ehituspilti võib juba praegu näha meie kodumaa mitmesugustes nurkades, seal, kus viiakse ellu suurpaneelse majaehituse printsiipe.

Võtame näiteks Moskva. Siin on uute meetoditega ehitatud terve kvartaal neljakorruselisi kapitaalseid maju. Nende konstruktsioonid valmistati eelnevalt tehases.

Või Magnitogorsk. Siin monterib võimas kraana 5 tõs- tega terve toa paljukorruselises hoones.

Või Sverdlovsk. Linnas ja kaugel tema piiride taga võib näha sadu ühe- ja kahekorruselisi maju, mis on valmistatud majaehitustehases Berjozovski linnas ja mis kokku monteritakse 2—5 vahetuse jooksul.

Kapitaalsete majade valmistamise tehasealine meetod varjab endas hiigelvõimalusi. Ehituskulud vähenevad jär- sult, tööliste töö kergeneb, hoonete kvaliteet tõuseb. Suur- paneelsed majad on 2—2,5 korda kergemad telliseist majadest ja viimastest tunduvalt soojemad.

Suurt efekti annab ka majade monterimine. See võimaldab vähendada lisakulusid ehitustähtaegade lühene- mise arvel, kõrvaldab müüriladumise, krohvitööd jne. See võimaldab töötamist läbi aasta, vähendamata tempot talvekuudel, mis omakorda võimaldab hoida alalist töö- liste kooseisu ning ühtlaselt kasutada tehaste ja mon- teerimismehhanismide tootmisvõimsust.

See kvalitatiivselt uus ehitusmeetod, mis kujutab endast kapitaalsete hoonete industrialiseeritud valmistamist hästi- organiseeritud tehaseis, on nende hiiglaslikkude kvantita- tiivsete muudatuste tulemuseks, mis toimus ehituse orga-

niseerimises ja tehnikas viimase kahe aastakümne jooksul.

Pole juhuslik, et see just nüüd leiab kinnitust tegeliku ehituspraktika poolt mitmesugustes Nõukogude Liidu osades.

STAAHANOVLIKUD KOGEMUSED MASSIDESSE

Insener F. Kovaljov

Sõjajärgse stalinliku viisaastaku jooksul kasvas igas tööstusharus, igas Nõukogude Liidu käitises üles hulk novaatoreid — sotsialistliku töö meistreid. Miljonid meie käitiste stahaanovlased omandasid tootmiskogemusi, millel on hindamatu väärtus.

Selleks, et õppida ja üldistada neid kogemusi ning seejärel need tootmises juurutada, et kommunistlikule ülesehitustööle kaasa tõmmata meie tööstuse ammendamataid reserve, meie, «Proletarskaja Pobeda» vabriku töötajad, asusime uuele teele.

Tekstiilikäitises «Proletarskaja Pobeda» uuriti ja võrreldi hoolikalt kolme parima stahaanovlase-kangru — Kozlova, Anissimova ja Tšekina — töömeetodeid. Need mitmel teljel töötajad ületasid töönorme tunduvalt. Võrdlemiseks valiti kaks põhilist operatsiooni: süstiku vahetus ja põhiniidi rebendi likvideerimine. Normi järgi lubatakse süstiku vahetamiseks kulutada 2,8 sekundit. Stahaanovlane Kozlova kulutab 2,5 sekundit, Anissimova — 3,3, Tšekina — 4. Seega töötab Kozlova kiiremini, Anissimova ja Tšekina aga aeglasemalt kui normis ette nähtud.

Normi järgi peab põhiniidi rebendi likvideerimine olema lõpetatud 16,5 sekundiga. Selleks operatsiooniks kulutab Kozlova 25 sekundit, Anissimova — 14, Tšekina aga — 30,3. Kõik kolm stahaanovlast teostavad kaks põhilist operatsiooni erineva meetodiga. Kõige ratsionaalsemalt teostab süstiku vahetamise operatsiooni kangur Kozlova. Stahaanovlane Anissimova likvideerib teistest kiiremini põhiniidi rebendi. Kolmanda stahaanovlase Tšekina töövõtteid ei saa pidada ratsionaalseks, sest temal kulub nimetatud operatsioonideks palju rohkem aega kui normis ette nähtud.

Kuidas stahaanovlane Tšekina siiski normi ületab, kui tal kumbki võtte ei ole õige? Selgus, et Tšekina, võrreldes teistega, omab tähtsa eelise: temal on telgede seisuaeg lühem. Lõpptulemusena võidab ta tagasi süstiku vahetamisel ja põhiniidi rebendi likvideerimisel kaotatud aja. Nii-siis, jäädes maha ühes operatsioonis, kasutab stahaanovlane eelist teisel juhul. Selleks, et olla oma eriala eesrindlane, on vajalik täiuslikult valitseda kõiki neid võtteid, lisaks osata veel paremini ja õigemini planeerida tööaega ja eeskujulikult organiseerida töökohta.

Näiteks kahe telje üheaegsel seismajäämisel peab stahaanovlane täpselt teadma, kumma telje juurde peab ta enne minema, kumma teljega tööd alustama, et seisak seadistiku operatsioonide ühtivuse tõttu oleks väiksem. Töötamisel mitmel teljel etendab see moment väga suurt osa. Mõningais tööstusharudes kulub selleks kuni 30% tööajast.

Me otsustasime uurida ja juurutada stahaanovlikke kogemusi, lähtudes üksikuist operatsioonidest, lugedes tootmisprotsessis üheks tähtsamaks teguriks tööaja planeerimist ja töökoha organiseerimist. Hakkasime uurima neid erialasid või osavõtjaid tööprotsessist, mis on käitises otsustavad ja omavad esmajärgulist tähtsust plaani täitmisel, praagi vähendamisel ja tooraine kokkuhoidmisel.

Väga tähtis on kindlaks teha, missugusest operatsioonist, missugusest võttest alustada uurimist. Me leiame, et alustada tuleb neist operatsioonidest, mis põhjustavad mitmetootlikku ajakadu, praagi tekkimist või tooraine ülekuulu. Käitise juhataja, vaneminsener ja tsehhiülemad peavad koostama stahaanovlike meetodite uurimise ja juurutamise plaanid. Nad valivad erialad uurimiseks ja määravad võtete järjekorra, mis jälgimist vajavad.

Me valime kaks-kolm töölist-stahaanovlast, kes teatud operatsiooni teostavad kõigist kiiremini. Edasi koostab kvalifitseeritud normeerija üksikasjalise liigutuste kirjelduse iga töölise kohta, kes omab väljapaistvaid töönäitajaid. Need kirjeldused arutatakse läbi tehnilisel nõupidamisel, millest võtavad osa tsehhiülem, meistri abi, tootmisõppuse instruktor ja stahaanovlased, kes valiti välja nende töö vaatluseks. Nõupidamisel tunnistatakse ühed võtted paremateks, levitamisväärilisteks, teised, halvemad, lükkatakse tagasi.

Kord vaatas nõupidamine läbi võtete kirjelduse, millist

kasutavad süstiku vahetamiseks kangrud Kozlova ja Vassiljeva. Mõlemal kangrul oli üks ja seesama aeg — 2,5 sekundit normis ettenähtud 2,8 sekundi asemel. Tutvudes kirjeldustega, nägime, et kangur Vassiljeva vahetab süstikut käigu peal, ootamata ära tööpingi täielikku seisumäämist pärast mootori väljalülitamist. Tehniline nõupidamine ei pidanud võimalikuks soovitada seda meetodit, mis on seotud ohutustehnika reeglite rikkumisega, ja tegi Vassiljevale ettepaneku ära õppida süstiku vahetamine Kozlova meetodi järgi.

Ketrusosakonnas tehti kindlaks värtnavahetusvõtete uurimisel, et üks ketrajaist teeb vea. Tema ees on värten 30 niidiga. Tööline võtab need niidid ja ühendab kohe need vanade niitidega. Ta teeb seda kiiremini teisest töolisest, kes nagu jääks temast maha, seepärast et ta algul jaotab kõik niidid niidijaotajais ja alles siis ühendab. Selgus aga, et esimene tööline vahel segab niidid ära ja lõpuks kaotab aega rohkem kui võidab, — tal tuleb kõik niidid katki rebida ja need uuesti ühendada. Tehniline nõupidamine ei võinud säärast meetodit lugeda kõrgetootlikuks.

Üks kangruist teostas võtte väga kiirelt, kuid ühe käega, seepärast pingutuse ja rabelemisega. Tehniline nõupidamine ei pidanud võimalikuks kiita heaks võtet, mis teostatakse küll kiirelt, kuid ülearuse pingutusega. Paremad stahaanovlased ei tunne rabelemist ega füüsilist ülepingutamist. Neil kulgeb töö rahulikult, sujuvalt, rütmiliselt. Rabelemist võivad kiire tempoga ära segada ainult eba-teadlikud inimesed. Esimene töötapp lõpeb paremate stahaanovlikkude kogemuste väljavahetamisega ühes või teises töövõttes. Kuid igal tööpingil ja igal töökohal ei ole võimalik kirjeldatud võtet kasutada. Esialgu on vaja korda seada seadmed.

Nii on parema süstikuvahetusvõtte juurutamiseks vajalik korda seada kõik süstikukarbid. Kõige ratsionaalsema värtnavahetusvõtte juurutamine ketrusmasinail oli seotud mehhanismide kontrolli ja parandamisega. Ilma seadmete vastava ettevalmistuseta ei ole võimalik alustada ühe või teise stahaanovliku võtte levitamist. Tehniline nõupidamine soovitas näiteks vahetada süstikut ühe käega. Kuid sisse-seade kontrollimisel avastasime, et mõned tööpingid ei ole reguleeritud, mille tõttu ka parimal tahtmisel ei ole võimalik süstikut välja võtta ühe käega. Oli vaja alustada mehhanismide reguleerimisega.

Stahaanovlased, meistrid ja nende abid püüavad tehnilistel nõupidamistel üksikasjaliselt selgitada, missuguseid nõudeid esitatakse seadmete suhtes ja missugused abinõud on vajalikud parimate töömeetodite massiliseks juurutamiseks.

Mitte vähem tähtis pole töökoha organiseerimine. Enne paremate süstikuvahetusvõtete massilist juurutamist tehti palju ära. Kangrud varustati tagavarasüstikutega.

Tehnilisel nõupidamisel läbi vaadatud töövõtete kirjeldused kinnitab metoodiline büroo peainseneri kohustuslikul osavõtul, kes rangelt kontrollib kirjeldust.

Edasi algab tööliste ettevalmistamine võtete massiliseks juurutamiseks. Selleks kasutame stahaanovlike meetodite instruktoreid ja meistriabisid. Nad valmistuvad tööliste õpetamiseks hoolikalt ette.

Kõigile töölistele antakse paremakstunnistatud töövõtte trükitud kirjeldus.

Töökoha juures pannakse üles töövõtteid illustreerivaid fotosid.

Õppusteks, millest igaühe kestus on 1—1½ tundi ja mis on pühendatud teatud kindlale võttele, kogunevad ühe eriala töölistes klassidesse väikestes gruppides, tavaliselt brigadide viisi, koos meistriabiga. Seejärel toimub töökoha juures massinstruktaaz.

Kõik eksimused märgib instruktor vastavasse kausta. Toon mõned näited neist märkmeist: 21. mail tuli Klavdia Fjodorovna Makarova juurde instruktor ja märkis üles: «Süstiku võtab välja mitte vasaku, vaid parema käega, teisi võtteid teostab õigesti.»

23. mail instruktor kontrollis, kuidas Makarova töötab. Kausta tekkis mäрге: «Operatsioon teostatakse õigesti.»

Instruktoriga koos töötav kronometreerija omakorda märkis üles, et Makaroval kulub kogu operatsiooniks liiga palju aega. Mõni aeg hiljem jälgis instruktor Makarova tööd uuesti ja tegi kindlaks, et ta on teinud suuri edusamme. «Operatsioon omandatud» — niisugune on viimane märkus kaustas.

Rõhuv enamus õpib kiiresti ära uue võtte. Mitte-edasijõudnutega õpitakse täiendavalt.

Tavaliselt kulub 4—5 päeva ühe või teise võtte omandamiseks ja massiliseks tarvituselevõtmiseks meie käitise tingimustes. Kuid rohkem aega — kaks kuni kolm nädalat — nõuab uurimuse üldistamine ja eeltööde läbiviimine. Kõi-

kide võtete täieliku kursuse äraõppimiseks arvestatakse 6—7 kuud.

Tekstiili- ja kergetööstuse käitistes, kus meie meetodit kasutatakse, on tehtud ära suur töö stahaanovlikkude võtete uurimiseks ja massiliseks juurutamiseks. Uuel meetodil on välja õpetatud kümneid tuhandeid töölisi, tunduvalt on tõusnud produktsiooni väljalase. Näitlikuks eeskujuks võib olla meie käitis, mille saavutused on saanud teatavaks kogu NSV Liidus.

Meie stahaanovliku töö kogemuste uurimise ja massilise juurutamise meetod on igal pool kasutamisele võetud.

Kuid endastmõistetavalt on vaja sammuda edasi. Kui alustasime võtete uurimist ja levitamist ühe käitise piires, siis nüüd on vajalik muuta mastaapi ja levitada kogemusi tervetes tööstusharudes.

Suurt tähtsust omavad ühe või teise eriala stahaanovlaste tehnilised konverentsid.

Siin, neil tehnilistel konverentsidel, võib tööpinkidel demonstreerida ja võrrelda kõige efektiivsemaid võtteid, selleks et paremate võtete väärtus leiaks stahaanovlaste endi poolt heakskiitu.

Meie ülesanne seisab selles, et aidata kõigil töölistel jõuda stahaanovlaste tasemele. Hakkame suure hoolikusega välja valima parimaid tootmiskogemusi ja juurutama neid rahvamajanduses. Seega saavutame oma tööstuse uue võimsa tõusu.

TEADLASE KANGELASTEGU

B. Mogilevski

Rutake haiglasse haavatu juurde . . .

Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon oli kirurg Nikolai Aleksejevitš Bogorazele, nagu teistelegi sadadele miljonitele lihtsatele inimestele, uue, tõeliselt inimliku elu rõõmsaks kuulutajaks. Bogorazele isiklikult tähendas revolutsioon vabanemist tsaaripolitsei jälitamisest, tähendas vaba teadusliku tegevuse arendamist uue ühiskonna hüvanguks.

Kodusõda oli võidukalt lõppemas. Algas rahuliku ülesehitamise ajastu. Teadlase ees avardusid suurepärased vaatepiirid, haruldased perspektiivid ja korraga . . .

Õnnetus tuli ootamatult, langes inimesele nagu mäelihe. Kord helistati ülikooli kirurgiakliinikusse Punaarmee haiglast. Professor Bogorazt paluti sõita nii kiiresti kui võimalik haiglasse, et sulgeda verejooks suurest arterist, mis ähvardas haavatud võitlejat surmaga. Inimese elu rippus juuksekarva otsas — taipas Nikolai Aleksejevitš. Minutid otsustasid haavatud punaarmeeelase saatuse.

Vabastanud end kiiresti arstikitlist, väljus professor Bogoraz joostes kliinikust. Jõudes päikesepaistelisele tänavale, nägi ta peatuskohast juba edasi liikuvat trammivagunit. Oodata järgmist polnud aega: inimene haiglas jookseb verest tühjaks. Ja professor tormas liikuva trammivaguni poole. Ta haaras kinni vaguniukse käepidemest, kuid jõust ei piisanud kinnihoidmiseks ja järgmisel sekundil oli kirurg trammivaguni rataste all. Esimene vagun lõikas ühe jala sääreni, teine — teise jala reieni maha. Nikolai Aleksejevitš ei kaotanud teadvust — tahtejõu viimase pingutusega pigistas ta kirurgi professionaalse liigutusega kinni suured veresooned, tõkestades surmava verejooksu. Kliinikust ruttasid appi professori abilised ja

õpilased. Vaevaltkuuldava häälega sosistas ta: «Rutake haiglasse haavatu juurde ...» Keegi vastas professorile, et üks tema abilisi on juba teel.

Professorit opereeriti viivitamatult. Tema elu päästeti. Kuid kirurgitööga tuli ilmselt hüvasti jätta. Kirurg ilma jalgadeta ... Paljud ütlesid: «Professor Bogorazega on kõik läbi ...»

Kuid professor Bogoraz ei langenud rivist välja. Osa-võtlikkuse õhkkond, paljude nõukogude inimeste sügav huvi tema saatuse vastu, kõik see sisendas Nikolai Aleksejevitšile ohjeldamatut energiat ja jõudu. Ja õnnetusele järgnevat aastail arenes tema teaduslik tegevus ennenägematu hiilgusega.

«Taastav kirurgia»

Aastal 1949 ilmus «Taastava kirurgia» kolm köidet — teenelise teadlase professor Nikolai Aleksejevitš Bogoraze kapitaalne teaduslik töö. Selle tähelepanuväärse teose üks köide oli trükivalmis juba 1941. aastal. Käsikiri ja originaalülesvõtted professori haruldasimaist operatsioonidest olid trükikojas Rostovis Doni ääres.

Algas Suur Isamaasõda. Rostovile langes sadu fašistide pomme. Paljuaastane teaduslik töö hävis tulekahju leekides, mis haaras trükikoja. Pärast seda kulus aastaid, et töö taastada ja hiilgavalt lõpetada.¹

Nikolai Aleksejevitš Bogoraz peab loenguid Moskva II Meditsiinilise Instituudi üliõpilastele. Me kuuleme professori tasast häält:

«Tehakse vahet vigastava kirurgia ja taastava kirurgia vahel. Mis on vigastav kirurgia? Paljudel juhtudel peab kirurg südamevaluga eemaldama inimese kehast elundi, et päästa inimese elu. Meile, arstidele, on kõige tähtsam inimeste elu päästmine. Meie järeltulevad põlvned, kes ravivad tulevikus paremini kui meie, loevad kunagi õudustundega kirjeldusi meieaegsetest operatsioonidest, millega paratamatult kaasneb invaliidsus. Sammudes koos kogu rahvaga kommunismile, on meie ülesandeks mitte ainult inimeste päästmine, vaid ka püüd muuta vigastavaid operatsioone

¹ 1950. a. autasustati professor Nikolai Aleksejevitš Bogorazt teadusliku töö «Taastav kirurgia» eest Stalini preemiaga.

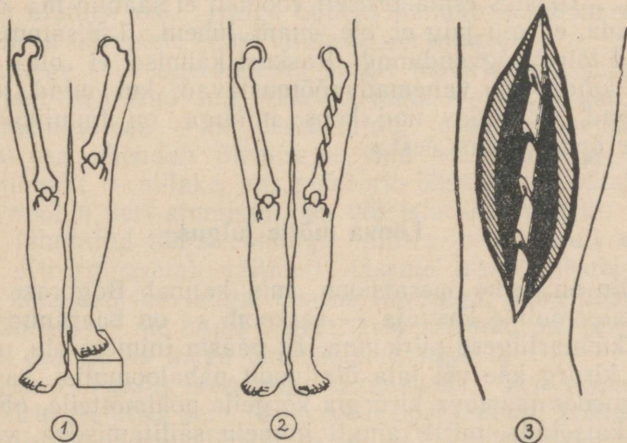
üha rohkem taastavaiks, luua inimesele, kes on läbi teinud kirurgilise operatsiooni, normaalse elu tingimused ...»

Kirurgiaharu, mille rajajaks teenitult nimetatakse Nikolai Aleksejevitsš Bogorazt, saavutas oma väljapaistva arengu ainult Nõukogudemaal. Reale komplitseeritud operatsioonidele taastavas kirurgias on teaduses antud Bogoraze nime- tus. Jutustame mõningaist neist.

Bogoraze klassikaline operatsioon

Pärast haavamisi või nakkushaigusi luudes jäävad sajad ja tuhanded inimesed eluksajaks vigaseks, sest neil jääb üks jalg teisest lühemaks. Need inimesed peavad tarvitama karke, ortopeedilisi jalatseid; nende lülisammas kõverdub. Kas tõesti ei ole võimalik selline operatsioon, mis teeks neid invaliide füüsiliselt terveteks inimesteks? Võimalik, et umbusklik naeratab — lubage, kui juba üks jalg on teisest lühem, mida võib siin siis veel välja mõelda? Võib, ütleb professor Bogoraz ja tõestab oma väite õigsust sadade rivisse tagasi toodud inimestega.

Bogoraze poolt soovitatud operatsiooni nimetatakse seg-



Joon. 1. Reies lühenenud jalg. Joon. 2. Pärast operatsiooni oman- das jalg normaalse pikkuse. Joon. 3. Reieluu vaade operatsiooni ajal.

mentaarseks osteotoomiaks¹. Seda teostatakse järgmiselt. Paralleelsete põiklõigetega saetakse luu, näiteks reieluu, kogu läbimõõdus kahest või kolmest kohast läbi. Ühe terve luu asemele saame mitu üksikut kaldtükikest — luu segmenti. Mida enam on vaja luud pikendada, seda suurem arv segmente saetakse. Haav suletakse ja jala alumise otsa külge kinnitatakse venitus — 15 ja rohkem kg raske. See raskus, venitades läbisaetud luutükke, sunnib neid katusekivitaoliselt üksteisele asetuma. Sealjuures jalg pikeneb, kuid luutükid jäävad üksteisega kokkupuutesse ja asetuvad igal juhul üksteise lähedale. Venitusest ei tunne haige peaaegu mingit valu. 35—40 päeva järel kasvab luu kokku. Jalg on nõutaval määral pikenenud. Professor Bogoraze kliiniku praktikas on see pikenemine ulatunud kuni 14 sentimeetrini.

Esmakordselt elus või esmakordselt pärast haavamist tõusis inimene kindlalt mõlemale jalale. Nüüd ei vaja ta enam karke, ta ei ole enam invaliid. Nõukogude teadus on ta tervise täielikult taastanud.

Segmentaarne osteotoomia Bogoraze järgi ületas kõik teised kirurgiametodid maailmas.

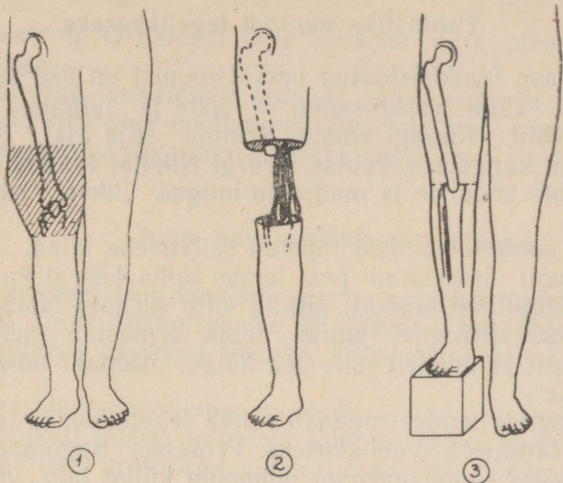
Kliinikusse saabus kiri. Neid professor Bogoraze nimele saabuvald erutavaid tänukirju on palju. 19-aastane Nikolai Uskov kirjutab:

«... Tõustes esmakordselt voodist, ei saanud ma kuidagi uskuda, et mu jalg ei ole enam lühem. Lülisammas on nüüd täiesti õgvendunud. Raskusi käimisel ei ole. Kujutlen, kuidas mu vanemad rõõmustavad, kui mind tervena näevad, ja kuidas nad koos minuga on tänulikud teile selle operatsiooni eest.»

Loova mõtte julgus

Siin on teine operatsioon, mis kannab Bogoraze nime. Pahaloomuline kasvaja — sarkoom — on haaranud põlve või küünarliigese piirkonna. Et päästa inimese elu, eemaldab kirurg käe või jala ülaltpoolt pahaloomulist kasvajat. Järgnedes taastava kirurgia kõrgeile põhimõttele, oli vajalik katsetada mitte ainult inimelu säilitamisega, vaid ka jäseme säästmisega. Bogoraz tegi ettepaneku eemaldada

¹ Osteotoomia — luu osaline eemaldamine või läbilõikamine.



Joon. 1. Põlveliiges on haaratud sarkoomist. Joon. 2. Sarkoomist haaratud jalaosa eemaldatakse, säilitades kahjustamata veresooned ja närvid. Joon. 3. Pärast jäsme keskosa eemaldamist asetatakse reieluu ots sääreluusse moodustatud pesasse.

sarkoomist haaratud käe või jala osa, kuid säilitada närvide ja veresoonte kimbukesed, mis ühendavad säilinud luu ülemisi ja alumisi osi. Haige õnneks kandub sarkoom veresoontele ja närvidele edasi viimases järjekorras.

Kujutlege selle operatsiooni autori loova mõtte julgust. Kasvajast haaratud luu, lihased, nahk — kogu käe või jala keskmine osa — on eemaldatud, jäsme allesjäänud alumist osa ühendab ülemisega vaid veresoonte ja närvide kimbuke — sillake, mis pulseerib õhus. Selle sillakese kaudu voolab veri alumisse käe- või jalaossa, mis on ülemisest lahutatud tühja ruumiga, milles veel hiljuti asus liiges. Kirurg asetab säilinud jäsme osad üksteisega kokku, ühendab luu luuga, lihased lihastega, naha nahaga. Jäse lühenes, ei ole enam liigest, kuid säilinud on jalg — seda ei asenda ka kõige täiuslikum protees.

Professor Vassili Ivanovitš Razumovski, üks vanimaid vene kirurge, ütles selle Bogoraze operatsiooni kohta, et see «kujutab endast viimast sammu sel kuulsusrikkal teel, millele astus suur Pirogov oma geniaalse plastilise põialuu-amputatsiooniga».

Fantastika muutub tegelikkuseks

Bogoraze ülalkirjeldatud operatsioonist on üks samm — tõi küll, väga raske samm — käte ja jalgade ümberistutamiseni. Kunagi ammu, Krimmi sõja ajal, oli ühe selle sõja kangelase, kuulsa kirurgi Nikolai Ivanovitš Pirogovi kohta sõdurite ja madruste hulgas liikvel palju legende.

Kaks soldatit kandsid tapetud seltsimehe laipa. Kahuri kuuli poolt ärarebitud pea lamas laiba kõrval kanderaaamil. Vastutulijad küsisid: «Kuhu viite surnu?» Nad kuulsid vastuseks: «Pirogovi juurde, tema armastab meiesugust — soldatit ja õmbleb talle pea külge; isamaal läheb seda veel vaja.»

Nõukogude teadus muudab rahva legendide ja muinasjuttude fantaasia tegelikkuseks. Professor Bogoraze poole pöörduakse sageli palvega õmmelda külge jalg või käsi. Nõukogude kirurg asus julgelt täitma inimeste igivana unistust — «õmmelda» äralõigatud käed ja jalad keha külge tagasi. Palju tööd ja vaeva kulutati katseiks loomadega. Tulemused ületasid isegi julgeimad lootused. Koeral lõigati ära jalg, seejärel ühendati uuesti luu, lihased, veresooneid ja närvid, juhiti külgeõmmeldud jalg veri ja looma jalg elustus.

Professor Nikolai Aleksejevitš Bogoraz arvab, et samuti, nagu võib kokku kasvatada äralõigatud veresoont või närvi, võib inimesele «külge õmmelda» ka tema kätt või jalga.

Katseil loomadega on seda juba saavutatud, saavutatakse ka inimesega. Nii on võimas nõukogude teadus meie silma all astunud üsna lähedale nõndanimetatud «fantastiliste operatsioonide» teostamisele.

Jätkame oma teekonda professor Bogoraze «Taastava kirurgia» lehekülgedel. Inimesel on haigestunud maks. Venosne veri kõhukoopast läbib suure raskusega haige maksa. Haigel suureneb kõht — see on vesitõbi, mis võib inimese hukutada. Professor Bogoraz tegi ettepaneku istutada mesenteeriv veen (mis kogub verd kõhukoopa siseorganeilt) ümber alumisse õõnesveeni. Kirurgi idee oli selge: on vaja muuta venosse vere voolusuunda, juhtida verd mitte maksa, vaid teist teed kaudu — õõnesveeni. Sel juhul ei saa haige maks olla takistuseks vere äravoolule, ja vere peetus kõhukoopas lakkab — vesitõbi

likvideerub. Organism aga kohaneb uute olemasolutingimustega.

Mainitud operatsioon teostati autori enda ja teiste nõukogude kirurgide poolt ning läks julgeima operatsioonina nõukogude ja maailma kirurgia varaaia.

Julge novaatorlikkuse koolkond

Organismi elus etendab suurt osa nõndanimetatud kilpnääre. Tema ebanormaalse ülitegevuse tagajärjel haigestub inimene basedovi tõvesse, alategevuse puhul aga kretinismi.

Veresoonte õmblemise meetodil istutab professor Bogoraz edukalt ümber basedovi tõbe põdevailt haigeilt võetud kilpnäärmed kretinismi põdevaile haigeile. Säärane ümberistutamise operatsioon mõjub mõlemale haigele tervistavalt.

Nagu kilpnääregi, kuulub hüpofüüs ehk ajuripats sise-sekretoorsete näärmete hulka; temast oleneb inimese kasv. Kääbuskasvulised on väikest kasvu sellepärast, et hüpofüüs ei erita nende kasvu reguleerivaid hormoone. Professor Bogoraz istutas edukalt ümber värskeilt laipadelt võetud ajuripatsid kääbuskasvulistele. Laibalt võetud näärme arteeri õmbles ta kokku kääbuskasvulise vastava arteeriga. Haige inimene, kes oli kaotanud lootuse edasiseks kasvuks, sirgus pärast seda operatsiooni 15 cm pikemaks.

Võiks veelgi jätkata Nikolai Aleksejevitš Bogoraze poolt soovitatud ja välja arendatud taastava kirurgia hiilgavate operatsioonide kirjeldust. Siia kuuluvad mitut liiki naha-ülekandeeratsioonid; lihaste, kõhrede ja luude operatsioonid; liigeste, lülisamba, siseelundite operatsioonid; südame, veresoonte ja närvide operatsioonid.

Sajad operatsioonid tõendavad nõukogude teadlase Bogoraze ja tema koolkonna julget novaatorlikkust taastavas kirurgias.

SISUKORD

Eessõna	3
Nõukogude füüsika teooria ja praktika — A. F. Joffe	6
Aatomi tuuma energia — A. Bujanov	21
Moskva rekonstrueerimine — A. Vlassov	47
Pinnasekaevamismasinad täna ja homme — N. G. Dombrovski	54
Kaugnägemine — K. A. Gladkov	63
Kaugnägemise probleeme — K. A. Gladkov	77
Raadio uus kasutusala — F. Tšestnov	87
Raadiotehnika side teenistuses — F. Tšestnov	101
Magnetofon — Z. Vagramov	111
Kino teaduse teenistuses — A. Fjodorov	118
Automaattehas — A. Morozov	129
Automaatne veduri juht — S. Klementjev	143
Elektrinoot — M. F. Tšernigin	147
Elekter põllumajanduses — M. G. Jevreinov	156
Kunstlikus kliimas — V. Kašinski ja V. Mkrtšjan	164
Raadiojaam «Urožai» — F. Rabiza	169
Uut metsakeemias — A. I. Skrigan	173
Paberi sünd — F. Kravtšenko	178
Mikroobide energia — A. Bujanov	191
Ioniidid — D. Katrenko	203
Plastmassid — A. Bujanov	210
Tiivuline metall — A. Frolov	219
Stalinliku ajastu novaatorid — A. Tšernov	227
Mürsepa sõna — P. Orlov	234
Suurpaneelsed majad — B. Smirnov	239
Stahaanovlikud kogemused massidesse — F. Kovaljov	250
Teadlase kangelastegu — B. Mogilevski	255

Toimetaja R. Mägi
Kaane kujundanud E. ja V. Paris
Tehniline toimetaja I. Vahtre
Korrektorid H. Peel ja J. Rammi

Ladumisele antud 28. IV 53. Trükkimisele antud 13. VII 1953. Trükiarv 5000. Paber 54 × 84, 1/16. Trükipoognaid 16,5 + 1 lisa. Formaadile 60 × 92 kohaldatud trükipoognaid 13,63. Arvutuspoognaid 14,92. MB-09243. Trükkikoda „Pioneer“, Tartu, Kastani 38. Tellimise nr. 1116.

На эстонском языке

Наша передовая наука и техника

Hind rbl. 5.55

Rbl. 5.55

A

19646

" 4724656

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00472465 6