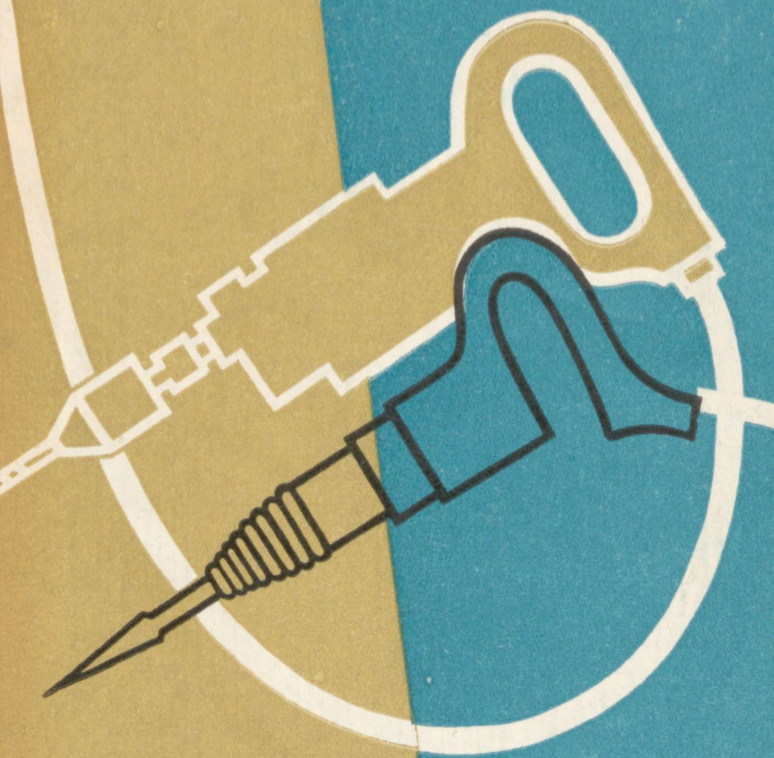


T A H A N K O I K E T E A D A

G. MIŠKEVIŠ

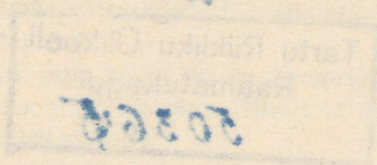


**Nähtamatu
meister**

A-232831v

GRIGORI MIŠKEVIŠ

NÄHTAMATU
MEISTER



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN · 1960

Originaali tiitel:

Г. Мишкевич

МАСТЕР-НЕВИДИМКА

Государственное Издательство Детской Литературы
Министерства Просвещения РСФСР

Ленинград — 1959

Tõlkinud K. Tapper

Kunstiliselt kujundanud E. Tali

G. Miškevitši raamatu kangelane on meister igal alal.

Te kõik tunnete teda, kuid ei kujuta endale kindlasti ette, kui tähtis koht on tal meie elus.

Sellest raamatust saate teada, et ta väsimatult töötab tehnika ja tööstuse kõige erinevates valdkondades, kaevandustes ja ehitustel.

Ilma tema abita ei tõsteta pinnale põhjavajunud laevu ega hakka kõlama oreli helid. Sadamas vaigistab ta laineid, raudteel aga peatab ronge.

Tema teeneid kasutame oma igapäevases elus. See ongi nähtamatu meister — suruõhk.

2



Selle raamatukese kangelane

Missugusest meistrist, ja pealegi veel nähtamatust, me jutustame selles raamatukeses? Mille poolest on ta kuulsaks saanud? Mida oskab ta teha?

Meistreid on maailmas igasuguseid: teemeistreid ja kingseppmeistreid, treialeid ja tislereid, mäemeistreid ja kõrgahjumeistreid. Üks on pikk ja kõhn, teine lühike, kuid tüse. Kolmas ei ole ei pikk ega paks. Ühe sõnaga, igaühel on oma nägu. Mis aga peaasi — igaüks nendest on oma ala meister. Treial käsitseb oskuslikult treitera ja võib välja treida kõige peenemaid asjakesi. Mäeinsener tunneb maapõue saladusi ja näitab kätte tee, kuidas maa alt rauda või sütt ammutada. Kõrgahjutööline tunneb malmisulatuskunsti.

Igaühel on oma kutse, mida ta põhjalikult tunneb, ja töö laabub tema kätes hästi. Ega siis asjata öelda, et töö kiidab tegijat!

Keegi Uraali sepp tagus lihtsa haamriga rauast välja roosi, mis on nagu elav, ainult ta ei lõhna. Vaat, see oli alles meister!

Või mille poolest on halvem Tuula sepp, kellest räägitakse Leskovi jutustuses «Vasakukäeline»? See meister oskas rautada isegi kirbu. Selleks et

näha naelakesi, millega olid kinnitatud rauad, läks vaha kõige tugevamat «melkoskoopi»¹.

Armeenia nikerdaja Eduard Kazarjan suutis sentimeetripikkusele juuksekarvale graveerida terve kirja. Kas ei ole see meisterlikkuse kõrgeim aste!

Meistril, kellele on pühendatud käesolev raamat, on palju elukutseid.

Lastes ta sepakoldesse või kõrgahju, hakkab ta usinaks sulatajaks.

Teete talle ülesandeks peatada kihutav rong, ja momentaanselt sööstab ta käsku täitma. Pole mingit kahtlust, et ta täidab selle ülesande hiilgavalt.

Käsite hakata teda laadijaks või postiljoniks? Palun, ta kannab kandami hoolikalt soovitud kohta ja toimetab telegrammi tuule kiirusega kohale.

Soovite endale kohusetruud teenrit? Hüüdke vaid meie kangelast, ja te näete, kui ideaalselt ta koristab tuba, eemaldab vaipadest tolmu, kuivatab klaase. Aga kui soovite, avab ta teie ees ka uksi, ja niipea, kui olete üle läve astunud, lööb need viibimata kinni!

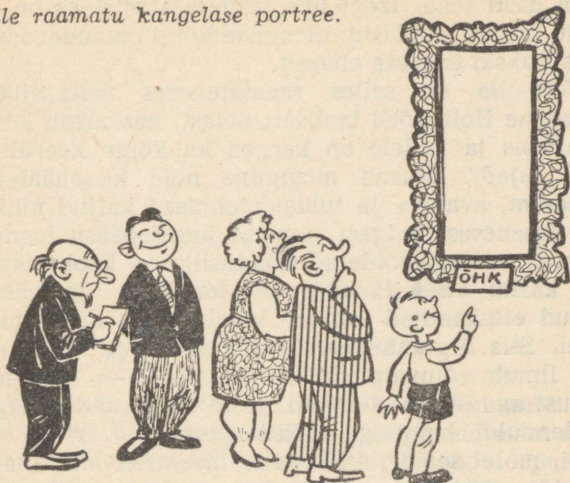
Kui te teete talle ülesandeks võidelda ookeanilainetega, taltsutab ta need silmapilkselt ja surub murdlainetuse «õlgadele».

Palute teda merepõhjast uppunud laeva üles tõsta, tuleb meie meister ka sellega toime. Puhib, sisiseb ja korruga märkate, et juba ujubki laev merepinnal.

Jalatsivabrikutes aitab ta saapaid õmmelda, leivatehastes aga saiu küpsetada. Põldudel töötab ta kui ehtne viljalõikaja.

Lisame, et meie nähtamatu meister on ka veel väga hea muusik. Ta mängib suurepäraselt bajaani ja akor-

¹ melkoskoop — venekeelsest sõnast «мелкий» — «väike», seega melkoskoop on riist väga väikeste esemete vaatlemiseks, kaasajal nimetatakse seda «mikroskoobiks».



dioni, trompetit ja flööti, torupilli, orelit ja isegi trummi.

Uhe sõnaga, ta on samal ajal nii õmbleja, viljalõikaja kui ka pillimees!

Uhtemoodi hästi võib ta olla maalriks ja neetjaks, kirjutajaks ja betoonitööliseks, pakikandjaks ja lukksepaks, vormijaks ja majahoidjaks, lüpsjaks ja klaasipuhujaks.

Ainult üks on arusaamatu. Kas on mõeldav, et meie ajal võiks eksisteerida inimest, kes võrdselt hästi oskaks kümneid töid? Ometi on enne oma ala meistriks saamist vaja palju aastaid õppida ja töötada, et omandada täiuslikult valitud eriala kõik peensused. Ja vaja õpetada ka teisi; sõna **m e i s t e r** tähendab ju osavat ja eriti vilunud inimest omal alal.

Iseenesest mõista ei leidu meie teaduse ja tehnika tohutu arengu sajandil inimest, kes oskaks kõike

väga hästi teha. Isegi ühe teadusala piirides on nii palju kitsaid erialasid, et nende kõigi omandamiseks ei jätkuiski inimese elueast.

Võib-olla on selles raamatukeses muinasjutud vanakese Hottabõtsi taolisest nõiast, kes oskab kõike maailmas ja kellele on kerged ka kõige keerulised asjad? Lausub niisugune nõid kõuehäälega: «Seesam, avane!» ja tuhandetonnised kaljud nihkuvad iseenesest paigast, avades juurdepääsu loendamatute aaretega täidetud saladuslikesse koobastesse. Või käsib: «Hei, lauake, kata end!» — ja nähtamatud ettekandjad toovad lauale ühe toidu teise järel. Siis liigutab korraks sõrme — ja silmapilkselt ilmub võluvaip. Mõtte kiirusega — suuremat kiirust aga ei ole olemaski — kihutab nõid niisugusel lennukil, kuhu aga süda kutsub . . .

Ei, me ei soovi jutustada muinasjutte. Me tahame rääkida meistrit, kes eksisteerib tegelikkuses. Ometi ei ole keegi veel kunagi näinud selle meistri nägu. Ka tema portreed ei ole seni veel keegi joonistanud, sest meie meistrit ei olegi võimalik näha. Sellepärast me tahes-tahtmata peame seda imetöölist nähtamatuks nimetama.

Kas on aga õige, et meie kangelane on meister igal alal?

Lugege see raamatuke lõpuni ja siis te kindlasti nõustute niisuguse väitega.

Esimene peatükk

«Kaalu eimiski»

Jonnakas purskkaev

Toskaana suurhertsogi lossis tehti viimaseid ettevalmistusi hiilgavaks balliks. Köögis küpsesid metsesad ja rasvased kalkunid. Külaneid punusid tuhandeist aromaatsetest õitest imetlusväärseid vanikuid ja lillekimpe. Lossi keldritest toodi välja saja aasta vanuseid paksu tolmukorra ja ämblikuvõrkudega kaetud veinipudeleid.

Ühe sõnaga, ees seisis pidu pilvedeni.

Teiste üllatuste hulgas oli heldel peremehel kallite külaliste jaoks varutud ka purskkaev. Oli ette nähtud, et täpselt keskööl ümbritsevad purskkaevu veejoad terrassi nagu veepitsist kootud eesriidega, värvilised lambid terrassi ümber panevad aga vee kõigis vikerkaarevärvides sädelema. Oo, see oleks alles muinasjutuline vaatepilt! Ja balli lõppu krooniks grandiosne ilutulestik viiest tuhandest bengali tulest. Pürotehnikud juba askeldasid aias, riputades puudele süüterakettidest kummalisi vanikuid.

Hertsog nautis ballimõnuseid ette. Kuid peremeest häiris tõsiselt purskkaev, mille proovimine pidi toimuma juba tund aega tagasi. Aga hoolimata sellest, et kaevu juures töötasid kõige kogenumad Firenze

meistrid, ei tulnud purskkaevu torudest tilkagi vett.

Vihane hertsog käskis kutsuda pea-kaevumeistri ja kui see ilmus, hakkas temalt karmilt aru pärima:

«Kas sa tead, et mängid tulega? Miks vesi seni veel ei purska?»

«Ei või teada, Teie Majesteet,» lausus hirmunud firentselane. «Ei tule, ja ongi kõik!»

«Kuidas ei tule, kui mina käskisin!» hüüdis hertsog vihaselt. «Kas pumbad töötavad? Kas torud on korras? Või on koguni järv äkki ära kuivanud, sina närukael?»

«Pumbad töötavad, torud on korras ja järv on veerikas, kuid vesi ei taha üles tõusta... Näib, et minu kunst on siin jõuetu...»

Äärmuseni raevunud hertsog kihutas firentselase oma silme alt minema.

Ja nii ei toimunudki 1640. aasta suvel purskkaevu efektset käikuksmist hertsogi aias.

Kuid miks siis vesi ei tõusnud mööda torusid üles?

«Loodus kardab tühjust!» Niisuguse ebamäärase seletuse andis hertsogile tema katoliiklik pihhiisa. Ja tõepoolest, 32 jala kõrgusele (10,3 meetrit) tõusis vesi tollaegsete pumpade abil meelsasti, kuid sellest tasapinnast kõrgemale ei tõusnud ta mitte poolt tolligi. Veider, arusaamatu kangekaelsus!

Selgituse saamiseks otsustas Toskaana hertsog pöörduda 76-aastase kuulsa õpetlase Galileo Galilei poole. Juba palju aastaid jälitas püha inkvisitsioon Galileid tema ketserlike vaadete pärast. Pimedaks jäänud õpetlane elas pagulasena Firenze lähedal asuvas Arcetri villas, kus teda ümbritsesid mõned ustavad õpilased.

Juhtum jonnaka purskkaevuga pani Galileo sügavalt mõtlema. Kas on tõesti õige, et loodus kardab

tühjust? Et sellele küsimusele vastust saada, korraldas Galilei oma õpilaste Viviani ja Torricelli abiga järgmise katse. Pudel täideti puhta allikaveega ja hakati seda keetma, et tõrjuda välja veega segunenud õhku. Kui Galilei arvates oli kogu õhk pudelist väljunud, käskis ta selle korgiga sulgeda ja hoolikalt ära kaaluda. Siis korgiti pudel lahti. Hoidnud pudelit mõni aeg avatuna, andis Galilei korralduse see uuesti üle kaaluda. Jälle kummardusid Viviani ja Torricelli kaalude kohale. Resultaat hämmastas neid: pudel kaalus rohkem! Erinevus esimese ja teise kaalumise vahel oli küll väga väike, kuid see oli siiski olemas.

See katse andis Galileile võimaluse tähtsa järelduse tegemiseks: õhul on k a a l. Mitte hirm tühjuse ees, vaid just nimelt õhu kaal piiras kuidagi vee kõrguse 32 jalaga.

Galilei surm 8. jaanuaril 1642. aastal ei lasknud teda hertsogi jonnaka purskkaevu mõistatust lõpuni lahendada.

Seda tegi ta õpilane Evangelista Torricelli.

Torricelli üritus oli julge, isegi veel rohkem — see oli hulljulge. Ta murdis jõuga tee läbi vanade vaadete. Juba üheksateist sajandit valitses teaduses suure kreeka õpetlase Aristotelese seisukoht: «Õhk on asjade algus, kaalutu eimiski.» Just Aristotelesele kuulusid salapärased kõrgelennulised sõnad: «Loodus kardab tühjust.» Teine kreeka õpetlane Anaximenes Mileetost väitis: «Hingates hingame me sisse osa ülemaailmsest elust. Õhk toidab nii meid kui ka kõike looduses.» Kolmas muinas-kreeka filosoof Diogenes rääkis: «Õhk on ühtlasi ka hing.»

Ühe sõnaga, õhku peeti millekski mõistetamatuks, peaaegu pühaks.

Ja ehkki inimesed juba iidsetest aegadest alates veendusid tuule poolt avaldatavas surves ning kasu-

tasid laialdaselt tema energiat purjelaevadel ja tuuleveskites, valitses teaduses jagamatult aristoteelisk seisukoht. Tuule tööd nägi loomulikult ka Aristoteles ise. Legendi järgi hakanud ta nähtavasti oma vaadetes kahtlema ja katsunud õhku kaaluda. Õpetlane võttis kaks ühesugust nahast veinikotti (burdjukki). Ühe neist pressis ta kokku, lamedaks, ja kaalus sel kujul ära. Teise veinikoti puhus ta aga enne kaalumist kogu jõust õhku täis. Mingisugust kaaluvahet Aristoteles ei avastanud. Ja hoopiski mitte sellepärast, et õhk oleks olnud kaalutu, vaid sellepärast, et katse juures tehti jäme viga: õhku kaaluti õhus. Niisugusest kaalumisest aga midagi mõistlikku välja ei tule. Mitte märgates oma viga, kinnitas õpetlane kategooriliselt: «Jah, õhk ei kaalu midagi!»

Juba ammu enne Galileid, umbes 1560. aastal, asutas itaallane Giambattista Della Porta «Looduse saladuste Akadeemia» ja korraldas katseid õhu omaduste uurimiseks. Need katsed lükkasid ümber vanad ettekujutused õhu kaalutusest. Kuid inkvisitsioon kahtlustas Portat ketserluses ja nõiduses. Teda ähvardati kõigi ketserite saatusega — põletamisega tuleriidal. Ainult oma vaadetest loobumise ja «Akadeemia» sulgemise hinnaga õnnestus Portal pääseda piinarikkast surmast.

Aristoteelse õpetus õhu kaalutusest jäi teaduses kõigutamatult püsima kuni XVII sajandi keskpaigani, kui selle kummutas Torricelli.

Mõtiskledes hertsogi purskkaevu mõistatuse üle, otsustas Torricelli 1643. aastal jõuda katsetega kaevu jonnakuse tõeliste põhjusteni. Torricelli arutles nii: «Kui ma prooviksin tasakaalustada kolmekümne kahe jala kõrgust veesammast, kust võtan ma siis nii pika klaastoru, et võiksin jälgida õhu raskuse mõju?» Torricelli taipas, et vesi ei ole antud katse

jaoks sobiv ja tegi veel ühe julge sammu edasi. Ta ei kasutanud katse jaoks mitte vett, vaid veest 13,6 korda raskemat elavhõbedat. Järelikult oli võimalik kasutada ka samapalju kordi lühemat toru.

Torricelli valmistas umbes kolme jala pikkuse klaastoru, jootis selle ühe otsa kinni ja täitis elavhõbedaga. Siis sulges ta toru lahtise otsa sõrmega, keeras toru kummuli ja asetaskausi, milles oli elavhõbe. Alles kaussis, elavhõbedas, võttis Torricelli sõrme ära. Ja mis siis juhtus? Elavhõbe ei voolanudki torust välja. Ainult tema nivoo alanepisut ja jäi siis püsima teatavale kindlale kõrgusele.

Oma katsetest tegi Torricelli erakordselt tähtsa järelduse: «Seni arvati, et jõud, mis elavhõbedat ei lase torus langeda, on nõu ülemises osas kas tühjuse või väga hõreda mateeria näol. Mina aga kinnitan, et põhjus on väljaspool nõud, mõjub väljastpoolt: vedeliku pinnale rõhub õhusammast.»

See oligi kuulus katse õhurõhu mõõteriista elavhõbe-baromeetriga. Oma nime sai ta kahest kreeka-keelsest sõnast: «baros», mis tähendab raskus, ja «metreo» — mõõdan. Sõna «baromeeter» võttis kasutusele inglise teadlane Robert Boyle. Juba üksnes riista nimetusega fikseeriti jäädavalt fakt, et õhul on rõhk.

Torricelli võitis endale igavese kuulsuse. Esiteks tõestas ta ümberlökkamatult, et «kaalutul eimiskil» tegelikult on kaal. Teiseks selgitas ta, et kui vihane Toskaana hertsog ka poleks, jonnakas purskkaev ei tõstaks sellegipärast vett kolmekümne kahest jalast kõrgemale, ja et õhurõhk tasakaalustab just niisuguse, mitte aga pikema veesamba. Kolmandaks tekitas Torricelli tühjuse ja tõestas seega, et loodus ei karda tühjust. Sellest ajast alates nimetatakse hõrendusega ruumi elavhõbedasamba kohal baromeetris «torricelli tühjuseks». Hiljem võeti Torricelli auks rõhu-

ühikuna kasutusele «torr», mis on võrdne elavhõbedasamba ühe millimeetriga.

Kui Torricelli 1647. aastal suri, püstitati ta hauale Faenzas üheteistkümne meetri kõrgune mälestussammas, millele kinnitati oliiviõliga täidetud klaastoru — baromeeter. Samba ees aga, elavate lilledel keskel, purskab fontään, nagu tahaks ta meenutada hertsogi jonnaka purskkaevu saladuse lahendamist...

Aasta enne Torricelli surma märkas prantsuse füüsik Blaise Pascal, et elavhõbedasambakese kõrgus baromeetris ei ole alati ühesugune. Pascal oletas, et selle nähtuse põhjustab õhurõhu muutumine ja järelikult peab elavhõbedasambakese pikkus sõltuma ka sellest, missugusel kõrgusel merepinnast asub baromeeter.

Oma oletuste kontrollimiseks sooritas ta terve seeria katseid baromeetritega. Algul konstrueeris ta vee-, siis aga viinabaromeetri. Need olid gigantsed riistad. Viinabaromeetri toru kõrgus oli näiteks 46 jalga (rohkem kui 15 meetrit). Niisuguse riistaga oli raske vaatlusi teostada — ei saa ju kasutada redelit! Sellepärast sooritas Pascal kõik edasised katsed elavhõbebaromeetriga.

Pascal tõusis 52 meetri kõrgusesse Püha Jakobi torni ja märkas, et elavhõbeda tasapind torus alaneks 5 millimeetri võrra. Ta soovis seda tähelepanekut kontrollida veel suuremal kõrgusel merepinnast. Kuid maakohas, kus ta elas, ei olnud mägesid. Siis kirjutas Pascal oma sugulasele Perrier'le, kes elas Prantsusmaa mägisel maakohal Clermont-Ferrand'is, ja palus teda koos baromeetriga tõusta Puy de Dôme'i mäe tippu. Selle mäe kõrgus ületab 1400 meetrit. 19. septembril 1648. aastal täitis Perrier Pascali palve. Oma vastuses teatas ta, et baromeetri elavhõbedasambake langes mäe tipus 615 millimeet-

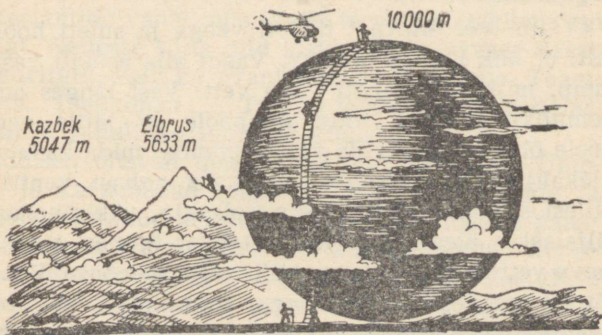
rile. Merepinna kõrgusel tõuseb sambake aga 760 millimeetrini. Mida kõrgemale merepinnast, seda madalamale langeb elavhõbedasambake.

Need vaatlused tõestasid veel kord, et õhul on tõesti kaal.

Pascal kirjutas koguni raamatu: «Kui palju kaalub Maal olev õhk». Pärast arvutusi selgus, et Maa õhkkonna kaal ei ole just väike. Asetame mõttes ühele kaalukausile kogu Maad ümbritseva atmosfääri. Selleks et kaalukangi tasakaalu viia, tuleks teisele kaalukausile paigutada viie kvadriljoni tonnine «kaalupomm». Nagu arvutas nõukogude füüsik B. P. Veinberg, on niisuguse pommi kaal võrdne kolmeteistkümne Suur-Kaukaasia mäeaheliku kaaluga! Pascali võrdluste kohaselt kaaluks sama palju veekiht, mis kataks maakerea 10 meetri paksuse kihina, või siis kümnekilomeetrise läbimõõduga vaskkera.

Säh sulle kaalutat eimiskit! . . .

Kui õhul on kaal, siis rõhub ta ka kõikidele õhus olevatele kehadele. Missugune on siis õhu rõhumise



10-kilomeetrise läbimõõduga vaskkera kaalub
niisama palju kui Maa atmosfäär.

jõud? Teeme järgmise arvutuse. 760 millimeetri kõrgune ja 1 ruutsentimeetrise ristlõikepindalaga elavhõbedasambake kaalub 1033 grammi. Niisugune sambake tasakaalustatakse õhurõhuga, järelikult rõhub õhk igale ruutsentimeetrile 1033-grammise jõuga. Seda rõhumist nimetatakse normaalseks atmosfääriliseks rõhuks ehk lühidalt üheks atmosfääriks. Tehnikas loetakse kokkuleppeliselt (tinglikult) üheatmofääriliseks rõhuks rõhku üks kilogramm igale ruutsentimeetrile.

Selle raamatu ühele leheküljele rõhub õhk pea-aegu veerandtonnise jõuga.

Üheaegselt Pascali ja Torricelliga tegi katseid õhuga saksa linna Magdeburgi bürgermeister Otto von Guericke, kes oli väga haritud inimene. Jenas ja Leipzигis uuris ta põhjalikult füüsikat, matemaatikat, mehhaanikat, juriidilisi teadusi. Ta külastas samuti Prantsusmaad ja Inglismaad.

Oma tähelepanuväärsete uurimuste alguses kasutas Guericke katseriistana tammepuust veinivaati. Üht oma 1643. a. teostatud katset kirjeldas ta ise järgmiselt:

«Veini- või õllevaat täideti veega ja suleti hoolikalt, et õhk läbi ei tungiks. Vaadi alla asetati vaskpump, millega pumbati välja vett. Vesi langes oma loomuliku raskuse tõttu allapoole ja jättis enda järele õhuta ruumi. Ma võtsin pumba, mida kasutati tulekahjudel... Pumbal oli kaks nahast ventiili, millest sisemine täitis vee sisselaskja, välimine aga väljalaskja ülesannet. Kolm tugevat inimest suutsid vaevu vett läbi välimise ventiili välja pumbata. Vaadi kõigist osadest kostis nagu tugevasti keeva vee heli, mis kestis niikaua, kuni vaat täitus vee asemel õhuga... Siis valmistati väike vaat ja asetati suurde. Läbi suure vaadi seinasse tehtud ava kinni-

tati veega täidetud väikese vaadi külge pika kaelaga pump. Suurde vaati kallati samuti vett ja töö algas uuesti. Väikesest vaadist imeti vesi välja ja selle asemele jäi tühi ruum. Kui päev kaldus õhtule, s.o. lõppes töö ja vaibus igasugune müra, oli kuulda nagu laulva linnu muutlikku ja katkendlikku häält, ja nii tervelt kolm päeva. Lõpuks avati väike vaat ja leiti, et see oli tunduval määral täitunud vee ja õhuga . . . Kõik olid hämmastunud, et vesi tungis nii hoolikalt valmistatud vaati. Pärast korduvaid katsetusi sai mulle selgeks, et vesi tungis suure surve all läbi puu . . .»

Õhk rõhub väga suure jõuga! Niisuguse järelduse tegi oma katsete põhjal Magdeburgi bürgermeister.

Katse väljakul

Paistis hele päike, lumi oli ammu sulanud, maapind auras. Ometi ei rõõmustanud sõbralik ja lõbus kevad mitte kedagi. Saksamaa elas üle raskeid aegu. Alles äsja oli lõppenud verine sõda katoliiklaste ja protestantide vahel, mis kestis tervelt kolmkümmend aastat. Sellesse sõtta olid kistud mitte üksnes Saksa vürstiriigid, vaid ka Prantsusmaa, Hispaania, Taani, Rootsi, Tšehhimaa . . . Tuli ja mõök hävitasid halasamatult rahulikke linnu ja külasid.

Endised õitsvad maakonnad olid varemeis. Umbrohi ja karuohakad lokkasid purustatud losside ja majade mustunud kividel. Sisselangenud sillad paistsid murdunud lookadena. Põhjalastud lodjad kerkisid veepinnale nagu surnud vaalade kered. Varjuliste aedade ja metsasalude asemel laiusid sünged tuhaasemed ja tuul kandis igasse ilmakaarde laiali maha jäetud ahervaremete kibedat hõngu . . . Täissöönud vareste parved lendasid kraaksudes varemete kohal.

Teiste saksa linnade kõrval oli ka Magdeburg peaaegu täiesti purustatud. Ellujäänud linnaelanikud hulkusid rusude vahel. Mööda linna tänavaid kõndis ka selle bürgermeister — Otto von Guericke. Iga magdeburglane tundis oma linnavalitsejat näo järgi. Kodulinna Magdeburgi kindlustamisele kulutas ta palju jõudu. Guericke kui andeka inseneri ja administraatori kuulsus levis üle kogu maa. Kui algas sõda, valitses Guericke kõigi sõjaliste ehituste üle ja tema juhatuse all püstitati kindlusevalle ja forte.

Palju kuid piiras vaenlane Magdeburgi müüre, kuid ei suutnud vallutada tema kindlustusi. Kaitsjate jõud olid aga lõpukorral. Linn ei pidanud pöörasele survele vastu ja alistus. Magdeburgis pandi toime kohutavaid purustamisi ja röövimisi.

Valuga südames vaatas Guericke põlenud telliskivihunnikutele. Ta ei tundnud ära tuttavaid lapsepõlvepaiku — nii tugevasti olid need sõjas ja tulekahjudes kannatada saanud. Siin on kivist aida jäänused, kus nii palju tunde oli kulutatud oma lemmiktegevusele. Jalgade all prõksusid pooleldi ärapõlenud tammepuust veinivaadi lauad, mis õhuga katsetamisel täitis reservuaari ülesandeid. «Kuskil pole enam kohta armastatud teadusega tegelemiseks,» mõtles Guericke kibedusega. «Kus, peale Magdeburgi, oleks praegu võimalik peatuda? Kellele on mu katsed vajalikud? . . .»

Guericke sammus mornilt mööda rusuhunnikuid, kui järsku tuli talle pähe hulljulge idee. Ta peatus sügavates mõtetes. «Aga mis siis, kui proovida? Näib, et siin on väljapääs!» Ja juba liikus Guericke lõbusamalt edasi, komistades vahetpidamata taladele ja telliskividele.

Nädala pärast sõitis Guericke, keda tulid saatma ta kaaskodanikud, Magdeburgist ära. Bürgermeistri tõlla järel liikus igasuguste aparaatidega

koormatud veovanker. See oli kõik, mis Guerickele tema paljudest pumpadest, masinatest, retortidest ja torudest järele oli jäänud.

Guericke suundus lõunasse. Tõlla akendest paistis purustatud ja laastatud maa. Sõit kestis ööd ja päevad läbi. Peatusi tehti ainult üksikutes trahterites, et anda kurnatud hobustele lühikest puhkust ja ka ise tunniks-paariks tukastada. Bürgermeister kiirustas Baieri hertsogiriigi pealinna Regensburgi. Sinna pidi mai algul kokku tulema impeeriumi seim. Guericke ruttas, kartes hilineda seimi avamisele.

Mitte linnavalitsuse asjade arutamiseks ei rutanud Guericke Regensburgi. Ta vajab selle terveks jäänud linna väljakut, et korraldada seal katset, millest ta juba ammu oli unistanud. Mis aga peaasi — Guericke lootis kindlustada endale mõjukate seimiliikmete toetust, et saada võimalust endiselt tegelda teadusega.

Jah, vana kodulinn Magdeburg on purustatud... Kümned teised linnad ja sajad külad on maapinnalt minema pühitud. Kuid inimmõte pole hävitatud! Kuidas ka inkviitsiooni mustad kaarnad püüaksid teaduse silmi välja nokkida, kui palju tuleriitu jesuiidid Nürnbergi, Berliini ja Stuttgardi väljakuil ka ei põletaks, saates tulle ketsereid ja nende teoseid, ometi ei õnnestu hävitada looduseuurijate hulljulget ja alistumatut sugupõlve!

Linnad ja külad on rusudes. Küll rahvas need varemeist üles ehitab! Tähendab, juba praegu on vaja uue jõuga luua, jätkata kõige armsamat kõigist tööst — surematu teaduse teenimist.

Need mõtted haarasid täielikult Guericke, kui ta Regensburgi sõitis. Seepärast ta nii ruttaski ja vaatas sissesõiduhoovides suure hoole ja erutusega oma varandust üle, kas konarlikul teel ei ole midagi purunenud. Heina, mida andis trahteri peremees, jagas Guericke võrdselt: pool väsinud hobustele, üle-

jäänud osa — hinnaliste aparaatide sissemähkimiseks.

Juba paistsid kaugel silmapiiril Regensburgi saki-
lised müürid. Ikka lähemale ja lähemale jõudis töö-
tatud linn. Rattad veeresid mürinal üle tõstesilla
palkidest katte. Nurgatornis avanesid massiivsed
tammepuust väravad ja Guericke sõitis sisse ääre-
linna kitsukesse tänavakesse, otse vastu tõusvale
päikesele.

See oli 1654. aasta teise mai varahommikul.

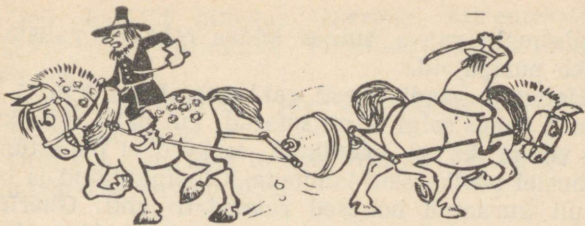
Kuid juba mõne päeva pärast häirisid linnaelanike
rahu heeroldite valjuhäälsed üleskutsed:

«Vana hea Regensburgi kodanikud! Kaheksanda
mai keskpäeval näitab Magdeburgi bürgermeister,
auväärne Otto von Guericke, linnaväljakul ebatava-
list katset õhuga. Õhk, mida me hingame, on tuge-
vam kaheksast hobusest! Rutake vaatama erakordset
vaatepilti!»

Juba ammu enne määratud tundi kogunes välja-
kule tuhandeid inimesi. Baldahhiinide all võtsid istet
seimi liikmed. Niipea kui tornikellad kuulutasid
keskpäevatundi, ilmus nähtavale Magdeburgi bür-
germeister. Tema järel kandsid kaks seppa eredalt
läikivaid punasest vasest poolkerasid. Need säten-
dasid päikesepaistes silmipimestavalt. Pisut kauge-
mal tulid tallipoisid, tuues tugevaid valjastatud hobu-
seid. Rongkäigu lõpus oli käru pumbaga.

Guericke peatus väljaku keskel. Tema märguandel
panid sepad poolkerad kokku. Kera poolte vahele
asetas Guericke sulavahaga immutatud nahast rõnga.
Pump võeti kärult maha, Guericke ühendas selle
ühe kerapoolle külge joodetud toruga ja hakkas koos
seppadega vaskkerast õhku välja pumpama.

Neil tuli kaua töötada. Pump oli vana. Läbi tema
pragude immitses sisinal õhku. Suurest pingutusest
kärisesid katki Guericke rohelise villase kampsuni



Hobused tõmbasid erinevates suundades.

varrukad. Higi voolas ojana. Lõpuks käskis bürgermeister peatuda ja sulges kiiresti kraani torul, mis ühendas kera pumbaga. Samal momendil tõid tallipoisid kohale hobused. Mõlema poolkera küljes oli tugev rauast rõngas. Neist rõngastest pandi läbi rakendi konksud. Kaheksa hobust rakendati kera ühele ja kaheksa teisele poolele.

Kera jäi maapinna kohale rippuma.

Guericke andis uuesti käega märku. Tallipoisid vibutasid piitsasid, hobused tõmbasid vastassuundades. Kuid kõik oli asjatu: kui palju hobused ka ei pingutanud, poolkerad ei tulnud lahti, vaid liibusid nagu needitult teineteise külge.

Tugevamini kui enne plaksusid piitsad ja kõlasid poisikeste ergutushüüded. Tallipoisid peksid kõigest jõust hobuseid, kera rippus aga endiselt tervelt ja vigastamatult konksudel. Viimaks söötsid hobused meeletutena paigast ja poolkerad eraldusid. Seejuures kostis tugev raksatus, nagu oleks tulistatud tulelukuga püssist. Hobused, keda enam miski ei pidanud, jooksid minema, lohistades poolkerasid enda järel.

Guericke käskis kerapooled uuesti kokku panna ja ühendas külge pumba. Seekord edenes pumpamine

jõudsamalt: rahva hulgas leidus rohkesti vabatahtlikke pumpajaid.

Hobused pandi uuesti rakkesse. Kuid kuidas ka nende vahus selgi ei piitsutatud, kui palju neid kisa ja vilega ka ei ergutatud, seekord ei õnnestunud hobustel poolkerasid lahutada. Ülepingutatud ja lõplikult kurnatud hobused rakendati lahti. Guericke läks kera juurde ja keeras kraani lahti. Nagu hiiglane oleks üle kogu väljaku täiest rinnast ohanud: see oli õhk, mis kera sisemusse tungis, ja kera jagunes iseenesest pooleks.

Missugune jõud surus vasksed poolkerad nii tugevasti kokku? Missugused vitsad hoidsid kerasid koos ja pidasid vastu tugevate hobuste tõmbele?

Selleks jõuks oli «kaalutu eimiski» — nähtamatu õhu nähtamatu rõhk. Ja sel «eimiskil» oli vägilase jõud! Mida rohkem õhku kerast välja pumbati, seda tugevamini surus välisõhk poolkerasid kokku. Õhu tungimist kera sisemusse takistas immutatud nahk-rõngas.

Juba enne katset Regensburgi linnaväljakul proovis Guericke üht parima meistri poolt valmistatud kera. Kuid pärast õhu väljapumpamist muutus kera nii laperguseks, et Guericke viskas ta minema. Halvakvaliteedilise töö eest tegi bürgermeister vasksepale valju noomituse, kuid tegelikult polnud meister milleski süüdi. Vask osutus lihtsalt liiga õhuke-seks, ei pidanud vastu nähtamatu koorma survele ja ümmargune kera muutus lamedaks.

Magdeburgi poolkerade läbimõõt (nii nimetati neid vana linna auks) oli umbes nelikümmend sentimeetrit. Missuguse jõuga siis atmosfäär neid kokku surus? Osutub, et mõjuv jõud oli suurem ühest tonnist. Selleks et poolkerasid pärast hoolikat tühjaks-pumpamist lahutada, oleks tulnud kummalegi poole rakendada kakskümmend viis hobust, seepärast pole

ka midagi imestada, kui kaheksa hobust sellega toime ei tulnud.

Oma katseid nimetas Guericke «pneumaatilisteks»: sõna «pneuma» tähendab kreeka keeles «hingus».

Niisuguse «hinguse» jõud sai selgeks juba kolmsada aastat tagasi.

Otto von Guericke tõestas veenvalt, et kerge õhk suudab teha rasket tööd.

Ookeani põhjas

Õpetlaste jõupingutustega rebiti XX sajandi alguseks lõplikult tuhandeaastane saladuskate nähtamalt õhult. Vanad müstilised käsitused, nagu «kaalutu eimiski» ja «mõistetamatu miski» kadusid alatiseks ja jäljetult. Koostisosadeks jagatud õhk lebas «prepareeritult» teaduse laual.

Rohkesti usaldatavaid andmeid õhu koostisest saadi XVII, XVIII ja XIX sajandeil. Jätkates pärast Otto von Guericke surma atmosfääri uurimist, leiutas inglane Robert Boyle manomeetri — mõõteriista õhurõhu mõõtmiseks. Boyle, Mariotte, Gay-Lussac ja teised teadlased avastasid gaaside käitumise põhilised seaduspärasused, mis mitte üksnes ei seletanud gaaside omadusi, vaid aitasid teha ka uusi avastusi. Tõestati, et õhk on mitmesuguste gaaside segu. Seejärel avastati ka need gaasid: vesinik, süsihappegaas, heelium jt.

Kujutlege, et arst kirjutab teile ravimi. Retseptis on öeldud: valmistada õhu koostisse kuuluvatest gaasidest sada kuubikut (sada kuupsentimeetrit) segu.

Mida hakkab apteeker niisuguse retseptiga tegema? Ta hakkab retseptis loetletud «medikamentidest» rohtu valmistama. Neid tuleb segada rangetes vahe-

kordades kõige täpsemal viisil, vastasel korral ei õnnestu valmistada vajalikku rohtu. Enne kui apteeker saab täita arsti ettekirjutusi, tuleb tal üsna tublisti töötada. Koosneb ju segu järgmistest gaasidest (arvestatud kuubikutes):

lämmastikku	78,08
hapnikku	20,95
argooni	0,9325
süsihappegaasi	0,03
neooni	0,0018
heeliumi	0,0005
vesinikku	0,00005
krüptooni	0,000108
ksenooni	0,000008
osooni	0,000001
radooni	0,000 000 000 000 000 060

Niisugune on õhu «retsept» teaduse viimaste andmete järgi.

Kuidas kõik need gaasid õhus paiknevad? Kas kihtidena? Ei. Õhk on gaaside mehhaaniline segu. Iga ühises peres olev gaas säilitab oma iseloomulikud omadused — erikaalu, soojusjuhtivuse, veeldumistemperatuuri. Kõik nad kokku moodustavad aga õhuhookeani, mis ümbritseb Maad igast küljest.

Atmosfääri põhimass asub maapinna läheduses. 18 kilomeetri kõrguses on õhutihedus näiteks juba kümme korda väiksem kui maapinnal. 266 kilomeetri kõrguses moodustab õhutihedus ühe kümne miljardiku normaalsest, veel sadakond kilomeetrit kõrgemal on ta aga rohkem kui sada miljardit korda hõredam, võrreldes õhutihedusega maapinnal.

Õhuosakesed, või teisiti öeldes, molekulid, on lak-kamatus liikumises. Nad liiguvad peaaegu püssikuuli kiirusega, põrkuvad üksteise vastu, mõned lendavad aga üles suurde kõrgusse. Ometi ei

haihtu meie planeedi õhust kest maailmaruumi — seda takistab Maa külgetõmbejõud.

Juba Torricelli ütles: «Me elame õhuookeani põhjas.» Ja see ongi tõepoolest nii. Raadiosondide, raketide ja kunstlike maakaaslaste abil õnnestus teadlastel välja selgitada, et atmosfääri piir asub pooluste kohal umbes 28 000 kilomeetri, ekvaatori kohal aga 42 000 kilomeetri kõrgusel. Praktiliselt loetakse atmosfääri kõrguseks 800—1000 kilomeetrit.

Õhuookean meenutab maja, millel on oma «korrused». Teadlased loendasid sellel ülikõrgel majal viis «korrust» — viis kihti. See jaotus kihtideks on muidugi üsna tinglik, kuigi atmosfääri kihid erinevad järsult üksteisest. Selget piiri nende vahele tõmmata ei saa, sest üks «korrus» läheb järk-järgult üle teiseks.

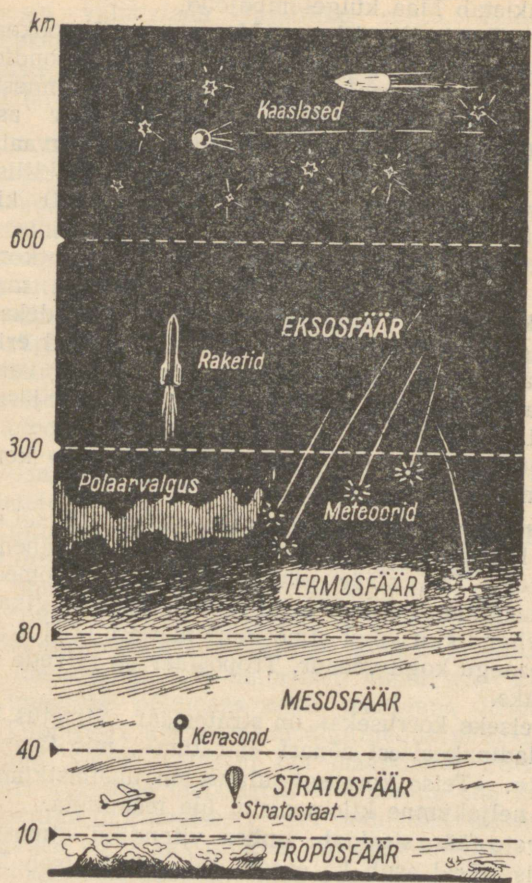
Kujutleme, et me tõuseme oma «õhumaja» korruseid mööda liftiga üles.

«Esimeseks korruseks» on troposfäär. See sai oma nime kreekakeelsest sõnast «tropos», mis tähendab «pööre». Troposfäär ulatub umbes 10 kilomeetrit üle maapinna. Sellesse kihti on koondunud ligikaudu neli viiendikku kogu atmosfääri massist ja siin asub ka peaaegu kogu veeaur. Troposfäär on pilvede sünnimaaks.

«Teiseks korruseks» on stratosfäär. Nimetus tuleb ladinakeelsest sõnast «stratum», mis tähendab «kiht». «Teise korruse» ulatus on üheteistkümnest kuni neljakümne kilomeetrini üle maapinna.

Stratosfäär sisaldab umbes viiendiku atmosfääri massist. Seal asub ka osoonikiht, mis kaitseb Maad Päikese ultraviolettkiirte hävitava mõju eest.

«Kolmandat korrust» nimetatakse mesosfääriks (tuletatud kreekakeelsest sõnast «meso», mis tähendab «keskmine, vahepealne»). Mesosfäär võtab enda



Maa atmosfääri kuus «korrust».

alla ruumi neljakümnest kuni kaheksakümne kilomeetri kõrguseni maapinnast arvates.

«Neljandaks korruseks» on termosfäär. Siin on õhk tugevasti hõrendatud ja päikesekiired väga kuumad. Sellest on tuletatud ka kihi nimetus. Termosfääri ülemine piir ulatub 300 kilomeetrini maapinnast.

«Viieandaks korruseks» on eksofäär ehk välimine kiht. Õhk on siin veel rohkem hõrendatud kui termosfääris. Kiht ulatub kõrguseni 500—600 kilomeetrit.

Nõukogude teadlane Michell avastas veel ühe «korruse», arvult kuuenda. Ta nimetas selle vaakumsfääriks (ladinakeelsest sõnast «vacuum», s.t. tühjus). Siin on õhk hõrenenud elavhõbedasamba millimeetri miljardike osadeni. Vaakuumsfäär algab umbes 700 kilomeetri kõrguselt. Just vaakumsfääri lastigi 4. oktoobril 1957. aastal esimene Maa kunstlik kaaslane.

Me teame, et õhk rõhub kehade pinna igale ruutsentimeetrile ühekilogrammise jõuga. Aga miks õhk sel juhul ei mulju meid laiaks nagu pannkooki? Inimkeha pind on umbes 15 000 ruutsentimeetrit, teiste sõnadega, õhurõhk meie keha pinnale on viisteist tonni. Asi seisab siin selles, et rõhumine kehale väljastpoolt tasakaalustatakse samsuguse rõhuga seestpoolt. Inimorganism on kohanenud eluks niisuguse rõhu tingimustes. Tõsi küll, inimene võib



*Niisugust koormat
kannab cma seljas
iga inimene.*

normaalselt elada vaid «õhupilvelõhkuja» keldris. Tiibetis on külake Tok-Džalun, mis asub 4979 meetri kõrgusel merepinnast. Elavhõbedasammas ei tõuse seal mitte 760, vaid kõigest 413 millimeetrit. Aga inimesed elavad ja töötavad ka 5000 meetri kõrgusel asuvas Pamiiri autojaamas. Veel kõrgemal — 5200 meetrit — asub Rongbuki klooster Himaalajas. See on inimese jaoks piir. Kõrgemal on õhk nii hõre, et hingamisel tuleb kasutada spetsiaalseid hapnikuaparaate, vastasel korral ähvardab inimest lämbumisoht.

* * *

Paljude sajandite jooksul selgitas inimkond välja kõik õhuookeani saladused. Muidugi ei teata veel kõike põhjalikult, kuid mis täna on ebaselge, saab juba homme teaduse omandiks.

Õhul on meie planeedi elus eriti tähtis osa. Elu ilma õhuta on võimatu, sest inimesed, loomad ja taimed vajavad hingamiseks õhuhapnikku.

Õhuokean on omamoodi põhjatuks kaevanduseks. Inimene õppis õhulämmastikust valmistama kunstväetisi, lämmastikhapet ja lõhkeaineid. Samuti saadakse õhust hapnikku ja haruldasi gaase.

Tehnikud räägivad, et õhk võib olla samasuguseks töötavaks kehaks nagu aur. Aur käivitab vabrikutes ja tehastes tööpinke, paneb merel laevu liikuma, toodab elektrijaamades elektrienergiat. Õhku võib kokku suruda ja välja pumbata ning sealjuures teeb ta tööd. Õhku saab tagavaraks koguda, säilitada, vedada, transportida, samuti aga pumpade ja torude abil teatavate vahemaade taha edasi anda.

Seda, et õhk võib tööd teha, tõestas juba Otto von Guericke. Kuid pärast kuulsat katset Regensburgi linnaväljakul kulus peaaegu kaks ja pool sajandit selleks, et inimene võis õhku kui t ö ö t e g i - j a t praktiliselt kasutada.

T e i n e p e a t ü k k

Õ h k t ö ö t a b

Raudsed kopsud

Mäemassiiv Fréjus seisab Itaalia ja Prantsusmaa piiril nagu lumivalges papaahas kivist valvur. Linnulennult ei ole siit Itaalia linn Torino kuigi kaugel Prantsuse linnast Lyonist. Kuid, nagu öeldakse, küünarnukk on ligidal, aga hammustada ei saa! Lääne-Alpide mäeahelik lahutas kaht maad ligipääsmatu barjäärina ja tegelikult lähestikku asuvad linnad osutusid kaugeteks.

Inimene heitis kivile hulljulge väljakutse. Alpe kõrvale nihutada ei olnud talle jõukohane ja seepärast otsustas ta rajada läbi nende tunneli, et looduse poolt lahutatud linnad ühendada lühima tee — raudteega.

Itaalia insener Somelli oli mees, kes valmistus rünnakuks Alpidele.

Uljaspea? Jah! Kas või juba sellepärast, et gigantset mutitööd ei kavandatud mitte meie päevil, kui metrooehitajate käsutuses on rikkalik ja mitmekülgne tehnika, vaid 1856. aastal, mil kirka, suur sepahaamer ja terastalb moodustasid tunneliehitajate kogu varustuse.

Pärast seda, kui kõik arvestused ja joonised olid lõpetatud, vaatas insener need veel kord hoolikalt

läbi. Jah, ees seisis raske töö: Mont-Cenis' tunneli pikkus oli kolmteist ja pool kilomeetrit (tunnelit pidi nimetatama nii üle mäeseljandiku kulgeva mägi-tee nime järgi). Seda arvu on kerge kirjutada ja sõnades väljendada, aga kuidas ja millega uuristada gigantne koridor Alpide kaljusesse massiivi? Kuid Somelli teadis, millele ta välja läheb. Inseneril oli selles ürituses tõeline liitlane ja sugugi mitte vähem võimas kui need miljonid frangid, mida tunneli ehitamiseks kulutas raudteekompanii.

Kes oli see saladuslik liitlane?

Suruõhk!

Kui Somelli alustas töid, tunti juba surupumpi. Inimesed teadsid ka seda, et õhku saab töötama sundida. Somelli oli üks esimesi, kes rakendas suruõhuenergiat kivirahnude lahtiraiumiseks pneumaatilise puuri ja haamri abil. Seejuures tuli inseneril ületada palju raskusi. Hobujõul käitatavad pumbad andsid väga vähe õhku ja tööriistad töötasid vaevaliselt.

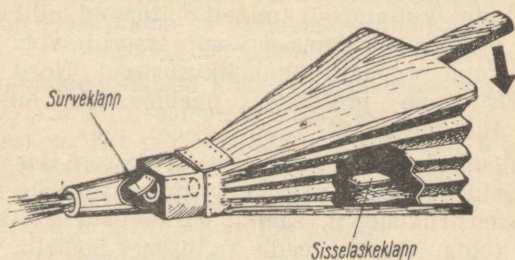
Kuidas saada rohkem õhku, kuidas seda tugevamini kokku suruda? Need olid küsimused, mille kallal Somelli pead murdis.

Suuga ei ole tuld raske lõkkele puhuda. Jalgratta-



Ka see on kompressor!

pumba puudumisel on võimalik teatava pingutusega ka võrkpalli suuga täis puhuda. Kuid inimese kopsud on viletsaks pumbaks: nad võivad korraga välja hingata mitte rohkem kui kolm kuni neli liitrit õhku rõhu juures, mis ületab atmosfäärirõhu vaid ühe kümnendiku võrra. Ka säärik, millega külades mõnikord samovari lõkkele puhutakse, on pump, kuid selle pumba tootlikkus on ääretult väike. Selliseid kompressoreid kasutades (ladinakeelsest sõnast «compressus» — kokkusurutud) ei rebi katki ajalehtegi, rääkimata tunneli rajamisest...



Nii on ehitatud ja töötab sepalõõts.

Kas ei võinud Somelli kasutada siis kõige põlisemat kompressorit-sepalõõtsa? Jah, sepalõõts on vanim õhupuhur. Tema konstruktsioon on lihtne. Harmoonikakujuliselt kokkuvolditud nahad on kinnitatud kahe kolmnurkse laua külge, mis nurkadest on hingedega ühendatud. Ühes lauas on imev klapp — nahatükiga kaetud ruudukujuline avaus, mis väljastpoolt on kaitstud tiheda võrguga, et lõõtsa sisemusse ei satuks tolmu. Kui laudu teineteisest eemale tõmmata, laieneb lõõts ja tema sisemuses moodustub hõrendatud õhuga ruum. Välisrõhk ületab rõhu lõõtsa sisemuses, mille tagajärjel klapp avaneb sissepoole ja lõõts täitub õhuga. Niipea kui hakata laudu teineteisele lähen-

dama, langeb imev klapp kinni, sest õhk lõõtsa sise-
muses surutakse kokku ja see rõhub klapile. Nüüd
ületab siserõhk välisrõhu. Lõõtsa esiosas, seal, kus
on hinged, avaneb teine — surveklapp. Kui lõõtsa
lauad teineteisele lähenevad, suunatakse kokkusuru-
tud õhk selle klapi kaudu ääsile ja tuli lööb lõkkele.

Pikkade aastate vältel kujutas niisugune kompres-
sor üht peamist masinat rauasulatamisel.

Kui aga vajati palju suruõhku, osutusid need
«nahksed kopsud» kõlbmatuteks.

Ei, ka sepalõõtsad ei suutnud insener Somellit
aidata. Mitte nemad ei olnud ta liitlasteks.

Sel ajal, kui alustati tunneli ehitustöid, olid olemas
juba võrdlemisi võimsad kompressorid, või, nagu
neid tollal nimetati, õhukokkusurujad. Need konst-
rueeris vene professor, pneumaatika entusiast,
S. I. Baranovski.

Välismaal tunti laialdaselt professor Baranovski
artikleid õhukokkusurujate ja pneumaatiliste mooto-
rite konstruktsiooni, samuti suruõhuenergia kasuta-
mise kohta. Nendest teadis ka insener Somelli. Prant-
suse-Belgia laevaehitusfirma «Cockerill» ehitas
Baranovski süsteemi õhukokkusurujate tootmiseks
spetsiaalse tehase.

Just need masinad aitasidki Somellil lahendada
julge ülesande — ehitada tunnel Fréjusi mäekuru
alla.

Õhukokkusurujaid käitati mägikoskedest langeva
vee jõul. Nii aitas Fréjusi mägi ise ennast õõnestada.
Tõsi küll, tunnelit uuristati tervelt kolmteist aastat,
see teeb veidi üle kilomeetri aastas. Kui aga tööli-
sed oleksid purustanud kivi käsitsi, kirkadega, oleks
ehitus kestnud oma tubli pool sajandit. Suruõhk
kiirendas tööd umbes neli korda. Esimene rong sõitis
läbi tunneli juba 1870. aastal.

Niisiis tuleb Mont-Cenis'd pidada esimeseks «võit-

lusväljaks», kus laiemas ulatuses rakendati pneumaatilisi «relvi».

Õnnestunud rünnak Lääne-Alpidele pani aluse laialdasele pealetungile pneumaatilisel rindel. Seitse aastat pärast tunneli ehitamist seadis saksa laevatehas Flensburgis üles mõned aurukompressorid ja rakesdas nähtamatu meistri neetija raskele tööle. 1881. aastal lasti Pariisis käiku tsentraalne kompressorijaam — kaks 80-hobujõulist aurumasinat panid tööle kaheksa suruõhumasinat. Peagi laiendati jaama ja siis tootis ta ööpäevas 270 000 kuupmeetrit 7-atmosfäärilise rõhuga suruõhku. Suruõhk anti torude kaudu edasi pikemate vahemaade taha ja ta käitas töökodades ülesseatud pneumaatilised mootorid.

Nii tekkisid raudsed kopsud suruõhuenergia tootmiseks. Tõsi küll, esimesed kompressorid olid veel väga rasked. Nii näiteks kaalus Družkovka tehases Donbassis 1900. aastal ülesseatud õhupuhur oma 570-hobujõulise võimsuse juures 148 tonni, seega tuli veerand tonni iga hobujõu kohta!

Tänapäeva kompressorid ei sobi paari oma esivanematega. Masinate võimsus ja tootlikkus on saavutanud hiiglakõrge taseme. On kompressoreid mootoritega võimsusega 20 000 hobujõudu ja veel rohkem. Niisugused «kopsud» hingavad igas minutis välja kuus kuni seitse tuhat kuupmeetrit õhku. Meie päevil ei saa ükski suur tehas, kaevandus ega ehituslõik läbi suruõhuenergia tootmiseta, s. o. ilma kompressorijaamata.

Silinder ja kolb moodustavad kompressori peamise osa. Seda lahutamatu paari kohtame peaaegu kõigis pneumaatilistes seadeldistes. 2200 aastat tagasi leiutas kreeka mehhaanik Ktesibios kolbpumba, ja sellest ajast peale on see masin vähe muutunud: iidse pumba ja kaasaegse kompressori töötamise põhimõte on üks ja sama.

Kui kolb hakkab silindris ülespoole tõusma, tekib silindri sisemuses hõrendus. Sel momendil avaneb spetsiaalse mehhanismi abil imev ventiil ja õhk tungib silindri sisemusse. Kui kolb saavutab oma äärmise seisu, või, nagu ütlevad tehnikud, oma «surnud punkti», hakkab ta tagasi liikuma. Samal hetkel sulgub ka imev ventiil. Õhk satub nagu lõksu. Kolb surub ta ikka tugevamini ja tugevamini kokku ning selleks ajaks, kui kolb on jõudmas oma teise «surnud punkti», on õhk juba teatava piirini kokku surutud. Siis avaneb teine — suruventiil ja õhk lahkub kitsaks jäänud silindrist. Kolb liigub tagasi, imeb uue annuse õhku sisse ja kõik kordub jälle algusest peale. Nagu näeme, on tänapäeva kolb-kompressori ja iidsete sepalõõtsade töötamise põhimõtte üks ja sama.

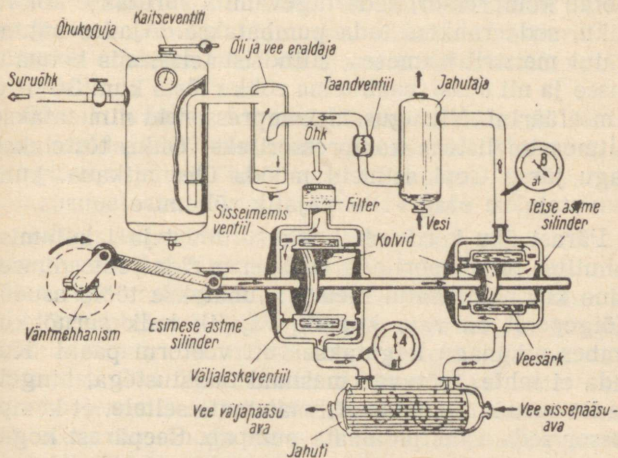
Pneumaatilise energia tootmisel puhastatakse õhk tingimata tolmust. Kui õhk imetakse silindrisse, tuleb tal minna läbi tolmutõkke — filtri. Filtreid on mitmesuguseid. Näiteks võib õhu suruda läbi mitmekihilisest karedast riidest. Tolmukübemed püütakse kinni, puhas õhk satub aga kompressori silindrisse. On olemas näiteks vesifiltreid, kus õhk pestakse duši all puhtaks või lastakse läbi veest eesriide. Õlifiltrites sunnitakse õhk läbima erilist, väga kleepuva õliga kokkumääritud portselanrõngastest või alumiiniumlaastudest keerulist labürinti. Tolmukübemed jäävad õli külge kinni nagu kärbsed liimipaberile, kompressorisse läheb puhas õhk. On olemas ka elektrilisi tolmutüüpeid.

Aga kuhu jäi tolmust puhastatud õhk? Kas saadeti ta pneumaatilisse tööriista tööle? Ei. Kõigepealt satub nähtamatu meister jahutisse. Asi seisab selles, et kokkusurumisel õhk silindris tugevasti kuumeb ja teda on vaja jahutada.

1802. aastal tegi keegi prantsuse leidur õhutule

raua. Silindri põhja asetati tael ja lasti kolvil silindris kiiresti langeda. Seejuures kuuenes silindrisse suletud õhk nii kiiresti, et süttas taela. Kolvi mehhaaniline töö muundus seejuures soojuseks.

Niisugust kuumenemist kasutatakse tehnikas laialdaselt. Näiteks diiselmootorites surutakse õhk tahtlikult korruga kuni 30 ja isegi 80 atmosfäärini kokku. Seejuures tõuseb õhu temperatuur mitmesaja kraadini. Pritsides nüüd silindrisse naftat, süttib see silmapilkselt. Tekkivad gaasid tõukavad kogu jõust kolbi, see annab tõuke kepsu kaudu vāntvõllile ja mootor hakkab tööle. Erinevalt bensiinimootorist ei vaja diisel küttesegu süütamiseks spetsiaalseid seadiseid — magneetot ja küünlaid. Kiirest kokkusurumisest tulivihane nähtamatu meister muutub ise



Nii on ehitatud topeltkāiguga kaheastmeline kolbkompressor.

heaks tulerauaks ja süütab küttesegu diiselmootori silindrites.

Kompressorites aga on niisugune õhu kuumenemine ülearune. Pneumaatilised tööriistad peavad saama jahutatud suruõhku. Seepärast korraldatakse nähtamatule meistrile külm dušš. Kolb tõukab annuse suruõhku jahutisse. Jahutis on õõnsus, mille kahekordsete seinte vahel lakkamatult voolab külm vesi. Jahutist väljudes on suruõhul kaks teed: kas teistesse silindritesse, et saada veel tugevamini kokkusurutud õhku, või siis pneumaatilisse tööriista tööle. Harilikult tuleb õhku korduvalt kokku suruda, et tõsta ta rõhku viie kuni seitsme atmosfäärini — enamik pneumaatilisi instrumente töötab niisuguse rõhu juures.

Tähendab, suruõhu rõhk ja hulk sõltub tema kokkusurumiseks kulutatud töö hulgast. Mida virgemini töötab kompressor, seda tugevamini surutakse kokku õhku, seda rohkem teda pumbatakse. Ajades nähtamatut meistrit esimesest silindrist teise, siis kolmandasse ja nii edasi, saab tema rõhku tõsta kuni 30 000 atmosfäärini. Niisuguseid kompressoreid nimetatakse mitmeastmelisteks kompressoriteks. Õhku tõstetakse nagu järsu trepi astmeid mööda üles niikaua, kuni saavutatakse «lagi» — vajalik rõhumise suurus.

Pärast õhu korduvat kokkusurumist ja jahutamist jahutites tuleb sooritada veel terve rida protseduure, enne kui nähtamatul meistril lubatakse tööle asuda. Kõigepealt on vaja koguda vajalik hulk suruõhku, umbes nii, nagu kogutakse vett veetorni paaki. Kui seda ei tehta, töötavad masinad takistustega, hingeldades suruõhu puudusest, vaatamata sellele, et kompressor seda vahetpidamata pumpab. Seepärast kogutakse suruõhk läbitungimatutesse terashoidlatesse — õhukogujatesse. Õhukoguja ülaosas on hoovale riputatud suur raskus. See on kaitseventiil, mille 1680.

aastal leiutas prantsuse füüsik Denis Papin. Niipea kui rõhk õhukogujas ületab lubatud määra, tõukab nähtamatu meister ventiili, kergitab raskuse ja tungib oma terasest vanglast vabadusse. Rõhu alane misel vajaliku tasemeni saavutab raskus taas ülekaalu ja ventiil sulgub. Kaitseventiil on ehitatud arukalt — ta kaitseb õhukogujat lõhkemise eest.

Õhukoguja külge on kinnitatud ka manomeeter suruõhu rõhu mõõtmiseks.

Õhk sisaldab alati niiskust. Enne seda, kui suruõhk tsehhidesse ja töökodadesse tööle lasta, on vaja teda kuivatada. Vastasel korral võib vesi rikkuda torud ja tööriistad: nad roostetavad kiiresti. Talvel vesi aga külmub ja torud võivad lõhkeda.

Õhku kuivatatakse järgmiselt. Kui suruõhk satub jahutist õli ja vee eraldajasse, ta paisub. Sealjuures eraldub õhus sisalduv niiskus. Soovite selles veenduda, et õhus on alati niiskust? Viige sooja ruumi mingi külm ese, näiteks klaaspurk. Ta muutub uduseks: need on klaasile sadestunud veetilgakesed.

Õhu kuivamise kiirendamiseks asetatakse õli ja vee eraldajasse mõnikord vaheseinad. Vastu seinu põrgates vabaneb õhk kiiresti niiskusest. Vesi valgub alla ja lastakse aeg-ajalt kraani kaudu välja.

Selles aparaadis vabastatakse õhk mitte üksnes veest, vaid ka õlist; seepärast nimetatakse aparaati õli ja vee eraldajaks. Peale vee leidub suruõhus ka õli: kompressori kolb peab ju sujuvalt ja kergelt mööda silindri seinu libisema, selleks aga on vaja õlitamist. Osa õli aurustub soojuse mõjul, mis tekib õhu soojenemisest ja kolvi hõõrdumisest vastu silindrit. Koos suruõhuga satuvad õliaurud õhukogujasse. Kui õli ei kõrvaldata, sadestub see kuskil, tiheneb, ummistab torud või tööriistad. Seepärast eraldatakse õhukogujas koos veega ka õli.

Nüüd, kus «tualett» on tehtud ja nähtamatu meister on puhastatud, pestud, jahutatud ja kuivatatud, lubatakse teda tööle minna. Suruõhk lahkub õhukogujast ja suundub torusid mööda töökohtadele. Suure tehase või kaevanduse keerukas «õhumajandus» meenutab tiheda oksastikuga kaharat puud, milles kompressor on juureks. Õhku «tõmbab» ta atmosfäärist. Puu tüveks on õhukoguja, puu oksteks on aga terasest magistraaltorud, mida mööda õhk läheb tarvitajani. Torude külge ühendatakse voolikud, mille külge kinnituvad pneumaatilised riistad. Nähtamatu meister liigub kiiresti mööda õhuvõrku, rutates sinna, kus on vaja töötada ja asendada inimlihaseid.

Iseenesest mõista peavad torude, voolikute ja tööriistade kõik liigesed olema tihedad ja suruõhule läbitungimatud. Vastasel korral kui palju kompressor ka ei töötaks, lendab kogu tema töö sõna tõsisel mõttes korstnasse, läheb tuulde.

Iga õhupump suudab teatava kindla rõhu juures pumbata rangelt kindlaksmääratud koguse õhku. See ongi pumba tootlikkus. Toome lihtsa näite.

Oletame, et on vaja jalgrattapumbaga täis pumbata «Orljonoki» õhukumm. Kui palju õhku tuleb sellesse pumbata? Missugune on meie kompressori tootlikkus ja missuguse töö teeb seejuures jalgrattur?

Vaatleme neid küsimusi järjekorras. Kõigepealt määrame kindlaks pumba tootlikkuse. Pumba silindri sisemine läbimõõt on kaks sentimeetrit, kolvi käigutee pikkus — kakskümmend kuus sentimeetrit. Tähendab, silindri ruumala on

arv π (3,14) korrutatud raadiusega ruudus (1^2) ja kolvi käigutee pikkusega (26):

$$3,14 \times 1^2 \times 26 = 80 \text{ kuupsentimeetrit (ümardatult).}$$

Seega surutakse jalgrattapumba kolvi ühekordse allaliikumisega õhukummissse 80 kuubikut õhku.

Selleks et õhukummi normaalse rõhuni täis pumbata (umbes 1,5 atmosfääri), peab kolb sooritama mitte ühe, vaid rohkem, näiteks kolmkümmend käiku. Niisiis, täispumbatud õhukumm mahutab

$$30 \times 80 = 2400 \text{ kuupsentimeetrit suruõhku.}$$

Oletame, et õhukummi täispumpamine kestab 5 minutit. Tähendab, jalgrattapumba tootlikkus on

$$2400 : 5 = 480 \text{ kuupsentimeetrit õhku minutis.}$$

Nüüd jääb veel teada saada, kui palju tööd kulutas jalgrattur. Igaüks, kes kas või ainult korra on õhukummi täis pumbanud, teab, et pumpama peab energiliselt, täiest jõust. Oletame, et iga pumpamisliigutuse juures tuleb pumba käepidemele rakendada jõudu viis kilogrammi. Füüsikast teame, et tööd mõõdetakse jõu ja tee pikkuse korrutisega. Meil on olemas järgmised andmed:

30 pumpamisliigutust,
5 kilogrammi — igaks pumpamisliigutuseks kulutatud jõud,
26 sentimeetrit (0,26 meetrit) — kolvi käigutee pikkus.

Tähendab, üldine jalgratturi poolt kulutatud töö hulk on:

$$30 \times 5 \times 0,26 = 39.$$

Kolmkümmend üheksa — mida? Kas kilogrammi? Või meetrit? Ei ühte ega teist.

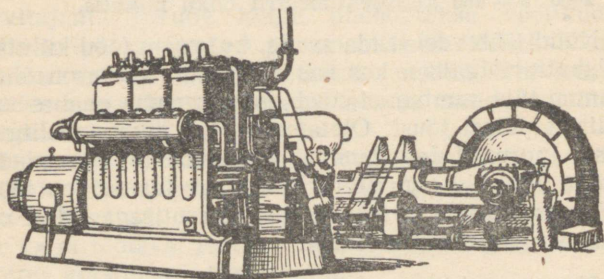
Tehnikas on töö mõõtühikuks kilogramm-meeter. Jalgrattur kulutas 39 kilogramm-meetrit tööd. Seda pole vähe: tuleb ju enne korralikult higistada, kui õhukummi täis saad!

Kulutatud lihasteenergia ei läinud kaduma, vaid muutus suruõhuenergiaks, mis rõhub õhukummi seestpoolt.

Sama toimub siis, kui pump käitatakse mitte käsitsi, vaid mingi mootoriga.

Õhk on kokku surutud ja rõhub seda suurema jõuga, mida rohkem tööd on kulutatud tema kokkusurumiseks.

Kui suruõhku tema hoidlast (kas jalgratta õhukummist või terasballoonist) välja lasta, tagastab ta paisudes selle energia, mis kulutati tema kokkusurumiseks. Tõsi küll, seda energiat ei tagasta täielikult, sest osa suruõhuenergiast kulub hõõrdu-



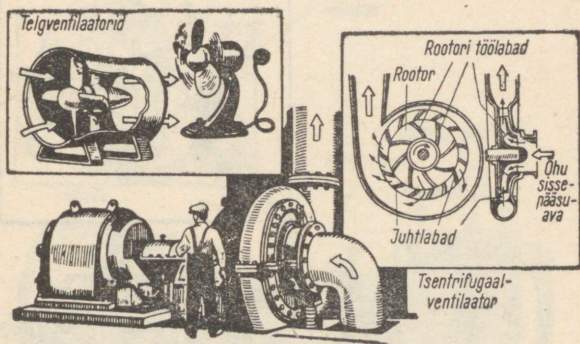
Kolbkompressorid (paremal — ühesilindriline, horisontaalne; vasakul — kuuesilindriline, vertikaalne). Nad suudavad õhku 2½ — 30 000 atmosfäärini kokkusuruda ja «hingavad» igas minutis välja peaaegu 2000 kuupmeetrit õhku. Kompressorit käivitava mootori võimsus on 7500 hobujõudu.

mistakistuse võitmiseks torudes, ventilides, voolikutes ja tööriistades.

Need kaod on siiski võrdlemisi väikesed. Suruõhuenergiast piisab täielikult töö sooritamiseks.

Tehastes ja kaevandustes on väga suured suruõhuvabrikud. Muide, viimasel ajal on uutes käitistes loobutud kompressorikeskjaamade rajamisest. Asi on selles, et suurte tehaste tsehhid on laiali paisatud küllaltki suurele territooriumile ja asuvad õhupuhumiskeskjaamast mõnikord kilomeetri või kahe kau-

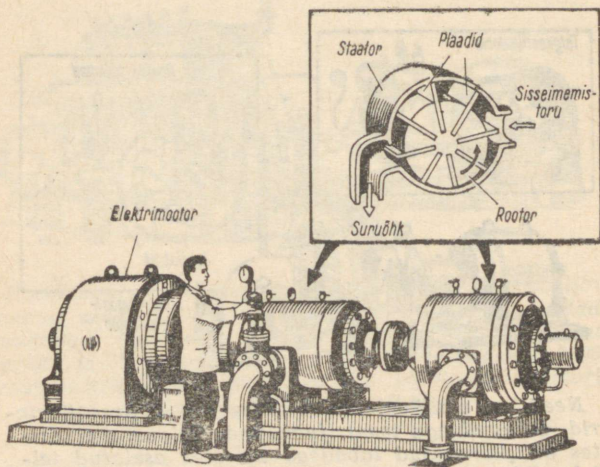
gusel. Seni kui suruõhk mõõda torusid tarvitamis-
kohale jõuab, kulub tublisti pool tema energiast
kasutult hõõrdumistakistuse võitmiseks. Selgus, et
niisugustel juhtudel on kasulikum ja mugavam raken-
dada palju väikesi õhukeskjaamu vahetult töökoda-
des kui ehitada üks suur õhukeskjaam. Kui nähtama-
lut meistrit vajatakse, käitab tööline kompressori ja
suruõhul pole vaja läbida sadu meetreid enne töö-
kohale jõudmist.



Need on ventilaatorid. Vasakul on telgventilaatorid, paremal aga tsentrifugaalsed. Telgventilaatorites on painutatud labadega tööratas asetatud teljele. Pöörlemisel labad nagu kriviksid õhu sisse, kisuvad selle kaasa, suruvad kokku ja õhk liigub piki völli, s. t. telje suunas edasi. Tsentrifugaalsetes ventilaatorites on labidakestega ratas asetatud völlile. Kiiresti pööreldes kisuvad labidakesed õhu kaasa ja suruvad selle tsentrifugaaljõu mõjul kokku. Õhk liigub piki labidaid, s. t. radiaalsuunas. Seda tüüpi ventilaatorid suruvad õhu 0,1—1,1 atmosfäärini kokku. Nende tootlikkus on 2—15 000 kuupmeetrit õhku minutis. Mootorite võimsus, mis ventilaatoreid pöörlema panevad, on 0,05 kuni 500 hobujõudu.

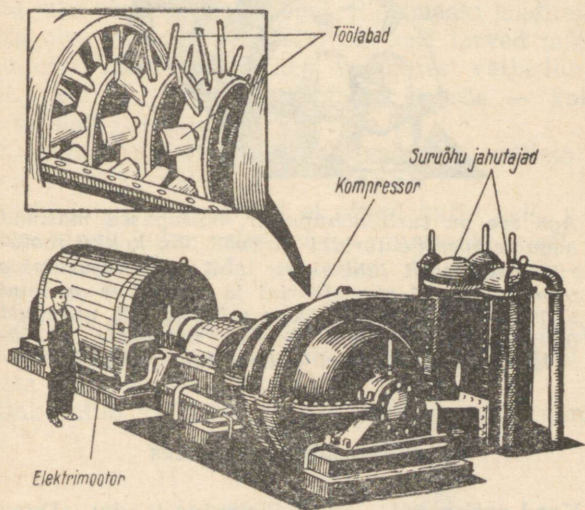
Seepärast ei kohta me suurtes tehastes enam kompressorijaamade korpusi ja tihedalt hargnevat torudevõrku.

Seni rääkisime peamiselt kolbkompressoritest. Kuid on olemas ka rohkesti teisi õhupuhurite tüüpe. Siia kuuluvad ka ventilaatorid, alates tibatillukestest lauaventilaatoritest ja lõpetades gigantsete kaevanduseventilaatoritega. On olemas ka turbiinpuhureid.

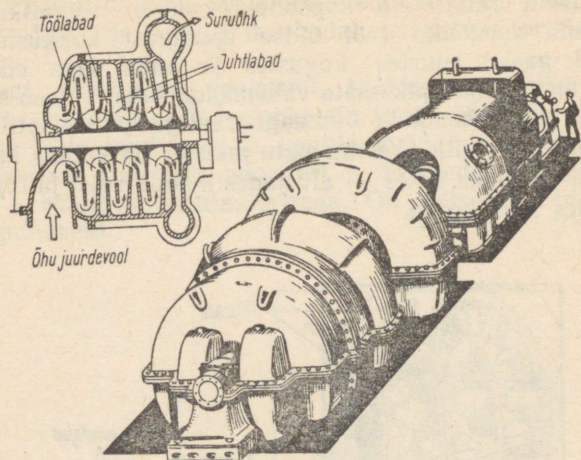


See on rotatsioonikompressor. Tema võllile — rootõrile — on asetatud plaadikesed. Põõrlemisel surub tsentrifugaaljõud neid korpuse — staatõri — seinte ligi. Seejuures suruvad plaadikesed õhku ja panevad selle tõru mõõda liikuma. Neil kompressoritel puuduvad ventiilid. Ventiilide õlesannet täidavad plaadikesed ise. Rotatsioonikompressorid on väga kiirekõigulised. Nad suudavad õhku kokku suruda 3—15 atmõsfäärini ja anda 6 kuni 100 kuupmeetrit õhku minutis. Et rotatsioonikompressoõreid põõrlema panna, on vaja 1200-hõõujõõulisi mootõõreid.

Tänu raudsetele kopsudele osutus võimalikuks saada suruõhku (või üldse igasugust kokkusurutud gaasi) suurtes kogustes ja anda seda edasi torusid mööda pikemate vahemaade taha. Piisab sellest, kui ühendada õhumagistraaliga pneumaatilise tööriista voolik ja nähtamatu meister on valmis hakama kelleks tahes — alustades metallurgist ja lõpetades muusikuga.



Turbiinkompressor. Turbiinkompressori võllile — rootrile — on paigutatud palju koolutatud labidakestega rattaid. Rotor pöörleb suure kiirusega. Seejuures kisuvad labidad õhku kaasa, suruvad selle tsentrifugaaljõu mõjul kokku ja ajavad toru mööda edasi. Niisugune kompressor surub õhu kokku 3—11 atmosfäärini, «hingates» igas minutis välja kuni 6000 kuupmeetrit õhku. Niisugustele kompressoritele on vaja võimsaid — kuni 15 000-hobujõulisi mootoreid.



Aga see on turbiinõhupuhur. Niisugused masinad nagu telgventilaatoridki suruvad õhu kokku rootorile paigutatud labidakeste abil. Kokkusurumine toimub 1,1—3,5 atmosfäärini ja tootlikkus on kuni 5 000 000 kuupmeetrit õhku minutis. Et niisugust õhupuhurit pöörlema panna, vajatakse 20 000-hobujõulist või veel võimsamat auruturbiini.

Sulatusahju peremees

Kord anti raadios edasi järgmine teade: «Dneprodzeržinski linnas süüdati kõrgahi number kaksteist.»

Nõukogude metallurgiatööstus täienes veel ühe võimsa kõrgahjuga, mis sulatab ööpäevas nii palju malmi, et selle äravedamiseks vajatakse neljakümnest suure kandejõuga vagunist koosnevat ešeloni.

Pöörame selles teates tähelepanu sõnale «süüdati». Kas siis kõrgahi on mingi küünal või petrooleumlamp, mida saab süüdata? Loomulikult mitte. Kõrg-

ahi, mis annab ööpäevas kaks tuhat tonni malmi — see on määratu suur malmitehas. Ja tegusõnal «süütame» on antud juhul hoopis teistsugune tähendus. Missugune siis?

Et vastata sellele küsimusele, tuleb meil minna metallurgiakombinaadi kõrgahjutsehhi. Juba kaugelt võime märgata kõrgahjude ülaltpoolt ahenevaid tohutuid torne. Neid ümbritsevad jämedad torud nagu rauast hiiglamao keerud. Ažuurne kaldsild toetub kõrgahjule nagu tuletõrjeredel majaseinale.

Ja juba olemegi tsehhi õuel. Rauamaaki laaditakse välja otse vaguneist — siin on teda terved mäed. Kaugemal laaditakse teistest vagunitest välja lubjakivi. Veel kaugemal on põletatud kivisöe — koksi — mustad püramiidid.

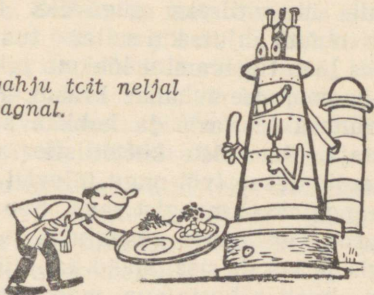
Niisugune on «toit» neljalt vaagnalt, milleta ei tööta ükski kõrgahi.

Kuid lubage! Vaagnaid ei olnud mitte neli, vaid kokku ainult kolm: esimesel — rauamaak, teisel — lubjakivi ja kolmandal — koks. Aga kus on siis neljas roog?

Neljandaks roaks on õhk. Õhuta jäävad maak, koks ja lubjakivi selleks, mis nad on, ja kõrgahi ei sulata välja mingisugust malmi.

Õhk satub kõrgahju torusid mööda õhupuhumis-

See on kõrgahju toit neljal vaagnal.



keskjaamast, kus võimsad turbiinpuhurid suruvad ta kokku ja suunavad kõrgahju. Puhuda kõrgahi põlema, see tähendab puhuda määratsevasse tulemõllu lakkamatult suruõhku ja panna nähtamatu meister ahjus tõelist keemilist revolutsiooni läbi viima.

Ažuurset kaldsilda mööda tirib väsimatu elektritõstuk hiigelskipi — kasti «toiduga» — ja valab kihtidena ahju kõik kolm «rooga». Koks, maak, lubjakivi (teisi — rübustaja)... Koks, maak, rübustaja... Ja nii peaaegu kuni kolmekümnemeetrise kõrgahju tipuni.

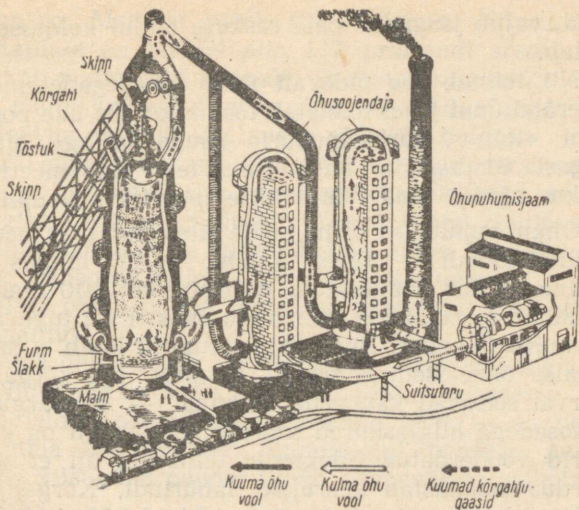
Ahju alumisse ossa — koldesse — on lõke juba süüdatud. Tohtu suured kasepakud ja süsi leegitsevad koldes, eraldades tugevasti kuumust. Temperatuur ahjus hakkab tõusma.

Kuidas aga suudab soojus tungida üles läbi maagikoksi-rübustajapiruka? Siin just astubki jagamatult oma peremeheõigustesse võimsate raudsete kopsudega pumbatav õhk.

Kas malmi väljasulatamiseks kõrgahjus vajatakse palju õhku? Väga palju. Ühe kilogrammi metalli väljasulatamiseks on vaja kõrgahju puhuda viis ja pool kilogrammi õhku. Tähendab, kõne all olnud kõrgahi tarvitab üksteist tuhat tonni õhku ööpäevas. Sellest õhu kogusest piisaks kogu maakera elanikkonnale ühekordseks sügavaks hingetõmbeks...

Mis toimub ahjus, kui sellesse tungib suruõhk?

Koks lööb tugevamini lõkkele ja temperatuur tõuseb üle poolteise tuhande kraadi. Rauamaak ei pea tule rünnakule vastu ja hakkab sulama. Sulab ka rübustaja. Keeruliste keemiliste protsesside tulemusena eraldatakse (või nagu ütlevad kõrgahjutöölised — taandatakse) maagist raud. See ühineb kindlaksmääratud vahekorras süsinikuga ja saadakse malm. Maagis ja kosis sisalduvad kahjulikud lisandid ühinevad ahnelt rübustajaga, moodustades pudrutaolise



Nähtamatu meistri tee õhukeskjaamast läbi särdamispanuse tulise kihi. Näitlikkuse mõttes on toodud ainult kaks kauperit.

šlaki. Metall laskub kolde alumisse ossa — metallikogujasse. Umbes iga kuue tunni tagant lastakse malm ahjust välja. Selleks on metallikoguja alumises osas väljavooluava, mis tavaliselt on suletud tulekindla saviga. Et valmismetalli välja lasta, lüüakse savist kork eest ära. Kui malm on koppadesse voolanud, suletakse ava uuesti. Nagu me edaspidi kuuleme, sooritab ka selle ohtliku töö suruõhk.

Šlakk ehk räbu lastakse välja teise ava kaudu ja veetakse suurte vagunitega tsehi piirkonnast eemale. Räbu on väärtuslikuks tooraineks. Temast valmistatakse näiteks tsementi.

Kui täidise (särdamispanuse) alumine kiht on sula-

nud, vajub järgmine oma raskuse mõjul koldesse ja sulab.

Nii toimub see pidevalt ilma vaheaegadeta. Iga veerandtunni järel toimetab tõstuk kohale uue portsjoni «toitu», turbiinpuhurid suunavad aga hinge tagasi tõmbamata ahju tuhandeid kuupmeetreid õhku, ajades seda läbi täidise leegitseva kadalipu.

Õhku puhutakse ahju kolde ülemises osas asuva erilise kanali — furmi kaudu. Furmi hingus on tuline — õhu temperatuur on 600 kuni 800 kraadi. Muidugi ei kuumene nähtamatu meister nii tugevasti õhupuhuris endas. Enne ahju sattumist läbib ta spetsiaalse õhueelsoojendaja — kauperi. Iga kõrgahju kõrval seisavad kauperite kolonnid — ümmarguste ülaosadega hiiglasuured sambad. Seestpoolt on kauperid vooderdatud tulekindla tellisega, nii et vooderdus moodustab keerulise labürindi. Kõrgahjust väljuvad kuumad gaasid ajavad kivid hõõguma (ahi on ehitatud targasti — soojus ei lähe asjatult kaduma!). Õhk voolab läbi kivist labürindi, kuumeneb ja suunatakse furmi kaudu ahju. Kuna nähtamatu meistri temperatuur on küllalt kõrge, siis ta ei jahuta ahju, või, nagu ütlevad kõrgahjutöötajad, ei riku selle käiku.

Kuid metallurgiakombinaadis ei piirdu suruõhu tegevus ainuüksi kõrgahjutsehliga. Malmi väljasulatamisel ei tööta nähtamatu meister sugugi halvasti, see on õige. Kuid halvemini ei tööta ta ka naaber-tsehhis, kus toodetakse bessemeri terast. Hiiglasuurtes ahjudes, nn. konverterites, mis oma kujult meenutavad pirni, muudetakse kõrgahjutsehhist koppades toodud vedel malm teraseks. Ja jälle ei möödu see muundumine ilma suruõhu aktiivse osavõtuta. Ahju-põrandasse on tehtud avad. Neist puhutakse sisse kuni kolme atmosfäärini kokkusurutud õhku. Õhk tungib läbi vedela malmi ja annab sellele ära oma

hapniku. Malmist põleb välja süsinik. Niipea kui metallisse on jäänud alla 1,7 protsendi süsinikku, lakkab malm olemast malm ja muutub teraseks, sest nii malm kui ka teras on raua sulamid süsinikuga. Erinevus on vaid sisalduvas süsiniku hulgas.

Tähendab, nähtamatu meister, sattudes terasesulatuspirni, muutub siin samasuguseks tõeliseks metallurgiks nagu kõrgahjuski. Ta segab end otsustavalt reaktsioonidesse ja sünnitab tule abiga loodud haprast, rabadast malmist kõva ja sitke terase.

Ilma õhuta ei saa terast ka teises ahjus — mar-täänahjus.

Ilma õhuta ei saa sepaääsil hobuseraudagi soojaks.

Nüüd aga heidame pilgu alumiiniumitehasesse. Ka siin leidub nähtamatule meistrile tööd — ta peab muutma ülessulatatud alumiiniumi peeneks puudriks. Niisugune puuder läheb «hõbevärvi» valmistamiseks.

Kokkusurutud õhk juhitakse suure rõhu all vedela alumiiniumi joale, mis voolab välja kallutatud kopa tilast. Alla on asetatud korv. Suruõhk purustab vedela metalli peenteks tilgakesteks, mis lennul hanguvad.

Kopast kallatakse välja sula alumiinium, korvi aga pudeneb «alumiiniumijahu».

Õhk töötab ka veevärgitöötaja jootmislambis ja juuksuri pulverisaatoris, pritsides aromaatsset kölni vett. Tänu suruõhule põleb priimuses sinise pärjana petrooleum.

Õhk on sulatusahju tõeline peremees, tule peremees!

Savist laskemoon

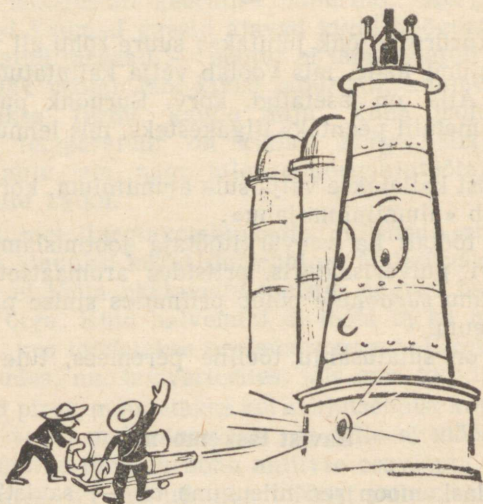
Mis laskemoon see niisugune on — savist? Misuguseid tulepunkte nendega purustatakse?

Kahurid, mis tulistavad savist mürskudega, ei

purusta tulepunkte, vaid ainult sulevad neid. Nii-
sugust kahurväge ei vaja sõdurid, vaid metallurgid.
Igas kõrgahjutsehhis leidub niisuguste kolmetolliste
patarei.

Me teame, et kui kõrgahjus malm valmis saab,
lastakse ta väljavooluava kaudu välja. Ava läbi-
mõõt on umbes kaheksa sentimeetrit ja ta on suletud
savist korgiga. Selleks et metalli välja lasta, purus-
tatakse kork. Tuline nire voolab renni mööda edasi
ja täidab üksteise järel allaasetatud kopad. Igaüks
neist koppadest viib ära sadu tonne sula malmi.

Renni juurde sõitis viimane kopp. Metall voolab,
pildudes sädemete müriaade. Juba on täitunud pool
koppa, kolmveerand . . . Veel hetk, ja tuline malmi-
jõgi paiskub üle kopaserva ning valgub mööda maa-



*Trahh! Savist mürisk tabas täpselt märki:
kõrgahju ava korgiti õhukindlalt kinni.*

pinda laiall. Mis teha? Kuidas vältida kohutavat katastroofi?

Kuid imelik, mitte keegi tsehhis ei avalda mingeid rahutuse tunnuseid. Meister andis käega märku, lähenes tõmbi otsaga madal kahur ja võttis sisse tulepositsiooni otse vastu kõrgahju väljavooluava. Meister viipab veel kord käega. Kahurvaelane sihib ja vajutab päästikule. Tugeva sisina ja vilinaga lendab kahurisuudmest välja kamakas tulekindlat savi — otse kõrgahju väljavooluavasse.

Trahh! Kolmetolline savimürsk korgib väljavooluava tugevasti kinni.

Kes siis heitis selle mürsu? Kas püssirohugaasid? Või kokkusurutud vedru jõud? Võib-olla aga inimese lihasteenergia nagu iidsetes ballistides?

Ei esimene, teine ega kolmas.

Ka siin ei tulda toime ilma suruõhu abita. Nähtamatu meister heitis savist kuuli kõigest jõust otse pulbitsevasse malmivoolu ja tõkestas sellele tee. Vana süsteemi kõrgahjukahureis ei ületanud surve kolvile viitkümmet tonni (ka seda pole vähe — terve raudteevaguni raskus!). Uuetüübilistes kahurites on survet tõstetud aga kuni saja kaheksakümne tonnini.

Saviga tulistavaid kahureid ei saa pidada kauge-laskekäanuriteks: mürsu lennukaugus on kõigest kümme-kakskümmend meetrit. Kõrgahjutööliste pole aga rohkem tarviski. Lähitegevuse malmitõrje kahurvägi rahuldab neid täiesti.

Puhumisjõud

Kas teil on juhust olnud viibida ekskursioonil mäeasjanduse muuseumis? Seal on vitriiniklaaside taga pehmetel padjakestel näidised kaevandamisel leitud maapõuevaradest. Siin on kummalise sõna-

Jalalehe jäljendiga sötükk, selle kõrval mingi pruun rabe kivim — see on tükk kivistunud käsna. Naabervitriini on paigutatud sinisesse savisse pugunud vähikesed.

Muuseumis on palju imetusväärseid haruldusi! Igaühel neist on oma ajalugu, igaüks on kivistunud leheküljeke määratu suurest raamatust, mida nimetatakse Maa ajalooks. Igal eksponaadil on kaks nimetust — üks vene-, teine ladinakeelne. Kivistunud käsna nimetatakse ladinapäraselt «arheotsüaadiks», vähjakest aga «trilobiidiks».

Kuid muuseumis on eksponaat, millel on ainult üks, venekeelne nimetus: vasarmisel. See riist on samuti muinsus, millel on oma ajalugu. Lühikese puust varre otsa pistetud kirkaga (vasarmisliga) raiuti vanasti kaevandustes sütt, murti lahti maaki.

Saak veeti ära «saanidega».

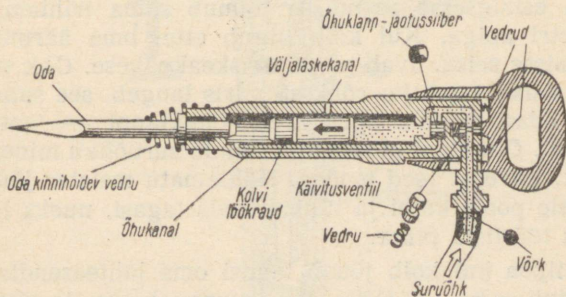
Nii nagu kadusid «arheotsiidid» ja «trilobiidid», nii kadusid igaveseks minevikku ka kirjad koos saanidega.

Tänapäeva kaevuri ja mäetöölise relvadeks on elekter ja suruõhk. Masinad aitavad inimesel puurida ja uuristada lademeid, vedada tuhandeid tonne maaki ja sütt, või, nagu nimetas seda V. I. Lenin, vedada «tööstuse leiba».

Maagi- ja söekaevandustes on peamiseks energiaallikaks elektrienergia. Kuid selle kõrval kasutatakse mäeasjanduses väga laialdaselt ka suruõhuenergiat.

Tutvume nähtamatu meistri ülesannetega söe- ja maagikaevanduses. Selle asemel et selga tõmmata eririietus ja kaevandusse laskuda, siirdume Leninigradis Vassili saare 18. liinile. Aga milleks sinna? Ega ometi pole seal uut söebasseini avatud? Ei, kaevandust Vassili saarel ei ole. Kuid seal on tehas, milleta ükski kaevandus, ükskõik missuguses basseinis ta ka ei asuks, töötada ei saa. See on tehas

«Pneumaatika», mida tuntakse kogu maal. Juba üksi tehase nimi räägib sellest, et tehas on kuidagi seotud õhuga. Tõepoolest, tema tsehhides valmistavad tööliste vilunud käed pneumaatilisi instrumente, neid, milles nähtamatu meister oskuslikult tegutseb. Joonisel näeme «raudset rähni» — pneumaatilist lahtiraiumishaamrit. See suurepärane tööriist töötab suruõhuga viie-kuue atmosfäärilise rõhu juures. Ta lööb 1700 korda minutis terasese oda pihta, mis murrab lademest lahti sütt või maaki.



Söe- ja maagikaevuri asendamatu abiline — pneumaatiline lahtiraiumishaamer.

Seni kui lahtiraiumishaamrit meie silme all kokku monteeritakse, õlitatakse ja pakitakse, vaatame, kuidas ta on ehitatud. Joonisel näeme ovaalset käepidet. Tööline vajutab sellele ja samal hetkel kõlab «lask» — see on suruõhk, mis tungis mööda voolikut pneumaatilise tööriista sisemusse ja alustas tööd.

Suruõhk satub silindrisse ja ei suuda sellest kitsast ning ebamugavast ruumist enam välja tungida. Kuidas õhk ka ei suru, aga väljapääsu silindrist ei ole. Ainult üks tõke nähtamatu meistri teel annab järele: see on löökraud (kolb). Suruõhu rõhumise

tõttu hakkab ta liikuma ja libiseb kiiresti mööda siledat silindrit edasi. Lüües sisseasetatud tööriista otsiku pihta (haamer on ehitatud nii, et sellesse saab asetada igasuguseid vahetatavaid tööriistu — kirakat, labidat või meislit), annab löökraud suruõhult saadud energia viimasele ära.

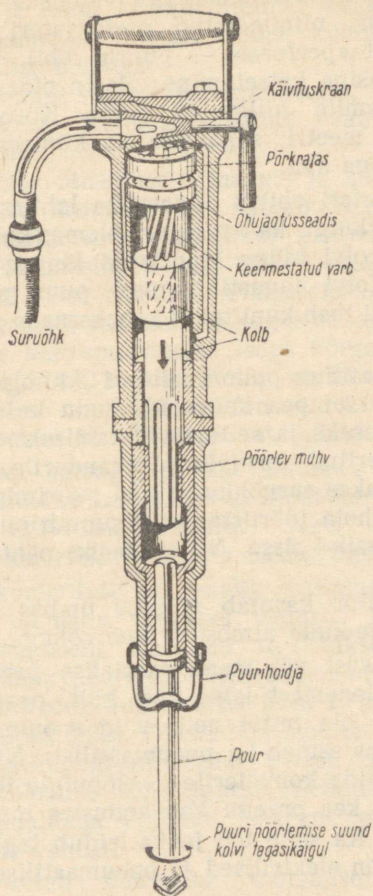
Talb annab hoope söe- või maagikihile ja raiub selle küljest lahti saagise kamakaid.

Kuid kuidas pöördub kolb tagasi oma lähteasendisse? Haamer peab ju lakkamatult töötama, sooritades 1700 lööki minutis. Ka kolvi tagasi pöördumine oma esialgsesse asendisse toimub sama nähtamatu meistri abiga. Kui kolb liigub ette, oma äärmisse eesmisse seis, avab ta väljalaskeaknakese. Õhk tungib sisisedes välja, rõhk silindris langeb, see sunnib aga edasi liikuma spetsiaalset õhuklappi — jaotussiibrit. Õhuklapi nihkumine sunnib suruõhku minema teist, kõverat teed mööda. Nähtamatu meister jõuab teisele poole kolbi ja lükkab seda tagasi, uueks löögiks tööriista pihta.

Niipea kui kolb jõuab tagasi oma lähteasendisse, kordub sama — jälle löök, suunavahetus, ja uuesti löök.

Pneumaatiline haamer on väga suure töövõimega. Ta kaalub vaid 9 kuni 12 kilogrammi, kuid niisuguse kirkaga võib lahti raiuda terve mäe sütt. Teatakse palju juhuseid, kus kaevurid, töötades pneumaatiliste lahtiraiumishaamritega, tootsid vahetuses kuni sada tonni sütt. Selleks et kirkaga lademest niisugune kogus sütt lahti murda, oleks kulunud terve aasta.

Kuid kaasaegses kaevanduses vajatakse mitte üksnes lahtiraiumishaamreid. On vaja mehhanisme ka selleks, et raiuda söe- või maagimassiivi avasid lõhkelaengute paigutamiseks ja nii korruga lahti murda terveid pankasid toorainet. Kas puurida



Nii on ehitatud pneumaatiline puur.

käsitsi? Pole mõtet. Suruõhk tuleb ka selle tööga toime. Tehas «Pneumaatika» valmistas suurepärase puurmasina, niinimetatud perforaatori (ladinakeelsest sõnast «perforo» — puurin läbi). 1957. aastal toimus masina katsetamine. Masin pidas sellele raskele eksamile hiilgavalt vastu. Kõvasse söekihti puuriti 6 meetri sügavune ja kümnesentimeetrise läbimõõduga ava.

Perforaatori ehitus ei sarnane lahtiraiumishaamri ehitusega, kuigi ka temal on olemas kolb. Perforaatoris on kolvi külge kinnitatud längus keermetega varras. Kolvi tagasiliikumisel puur pöörleb. See terasoherdi teeb kuni tuhat kaheksasada pööret minutis.

Pneumaatiline puur kaalub 12 kilogrammi. Töötamise ajal ei pea kaevurid jõudu kulutama puuri käeshoidmiseks ja sellele vajutamiseks. Perforaator on monteeritud torujale püstkandurile, mille sisse antakse suruõhku. Nii ta puurimise ajal mitte üksnes ei hoia tööriista, vaid sunnib puuri tungima ka kivimassiivi sisse. Nii aitab üks nähtamatu meister teist.

Perforaator kasutab minutis umbes kolm kuupmeetrit viie-kuue atmosfäärilise rõhuga õhku.

Niisiis, süsi või maak raiutakse perforaatori ja haamriga lademest lahti (tõsi küll, peaosa kaevandamisel ei ole mitte neil, vaid soonimismasinatel, mille hulgas esineb ka pneumaatilisi). Nüüd on vaja saagis laadida konveierile — lõputule liikuvale lindile (vaat, kes praegu kaevandustes töötab «saanikesena»!). Ka selle töö jaoks leidub tegija: kaevuri käsutuses on elektrilised ja pneumaatilised laadimismasinad.

Pneumaatilise pealelaadija kaks teraskätt hoivad kopataolist teraskasti. Ühe tõmbega kraabib masin kokku rõhkem kui pool tonni saagist ja valab

selle konveierilindile. Niisugune masin on suuteline laadima 72 tonni kivimit tunnis. Terasese laadija lihased panevad liikuma kaks kümnehobujõulist pneumaatilist mootorit.

Konveierilint liigub vahetpidamata, kandes oma turjal saagist. Ka konveierilinti veab pneumaatiline mootor.

On olemas niisuguseid maagi- ja söekaevandusi, kus saagise äraveoks on kategooriliselt keelatud kasutada elektrivedureid. Miks? Elektrivedur on ju suurepärase masin. Sellele keegi vastu ei vaidle, kuid asi ei seisa masinas. Põhjuseks on plahvatusohtlikud gaasid, mis suurtes kogustes kogunevad niisugustesse kaevandustesse. Isegi kõige võimsamad ventilaatorid ei suuda stolle ohtlikest gaasidest vabastada — nii palju eraldub neid kivimitest. Piisab väiksemastki sädemest, et juhtuks katastroof.

Seepärast niisugustes kaevandustes elektrivedureid ei kasutata: neil annavad sädet harjad, kontaktloogad, käivituskontrollerid. Neis kaevandustes rakendatakse elektrivedurite asemel õhuvedureid.

Sel lokomotiivil on imelik välimus. Rattad ja putka on tal nagu tavalisel veduril, kuid korstnat pole. Niisuguseid masinaid toodetakse Tšehhoslovakkia Rahvavabariigis. Õhuveduril on kuus mahukat terasballooni, kus hoitakse kuni 175 atmosfäärini kokkusurutud õhku. Õhuveduri mootor ei erine oma ehituselt millegagi auruveduri omast. Ta töötab 6- ja 18-atmosfäärilise rõhu juures. Selleks et suruõhu rõhku madaldada vajaliku määran, on õhuveduril spetsiaalne ventiil.

Kust võtab õhuvedur töötamiseks vajalikku «kütust»? Vedurijuht sõidab kõrgrõhu torujuhtmes-tiku juurde, ühendab vooliku kraaniga ja täidab ballooneid suruõhuga. Ühest laadimisest piisab pooletunniliseks tööks 18-kilomeetrise tunni kiiruse juures.

Õhuvedur veab kümmet kuni viitteist täislaaditud vagonetti.

Muidugi ei saa vaikides mööduda veel ühest tähtsast osast, mis õhul on mäeasjanduses — ventilatsioonist. Kaevanduses vajatakse palju, väga palju värsket õhku.

Võimsad ventilaatorid imevad maa alt välja tohutul hulgal kõlbmatut õhku, mille asemele puhutakse maapinnalt lakkamatult värsket. Igas minutis puhutakse ainult ühest ventilaatorist kaevandusse umbes viis kuni kuus tuhat kuupmeetrit õhku. Kaevandusventilaatorite tiivikute pöörlemiskiirus on kaheksa kuni kümme tuhat pööret minutis.

Mäetöömehhanismid vajavad palju suruõhku. Igale lahtiraiumishaamrile peab andma umbes 1 kuupmeeter suruõhku minutis. Pneumaatilised perforaatorid, vintsid, pealelaadijad, konveierid, soonijad, vedurid, ventilatsioon — kõik vajavad aina õhku ja õhku . . . Seepärast on igal söe- ja maagikaevandusel oma õhujaam. Raudsed kopsud kihutavad suruõhku lakkamatult sügavale maa alla, kus ta mööda strekke ja esi ruttab appi kaevurile, et kergendada tema tööd.

Praegused söe- ja maagivabrikud on keerulised ettevõtted, mis on varustatud mitmekesise ja rikkaliku tehnikaga. Ja õhule kuulub mäetööstusettevõttes üks juhtivaid kohti.

Palju aastaid tagasi ennustas vene professor õhuveduri leiutaja S. I. Baranovski «puhumisjõule» — suruõhuenergiale — hiilgavat tulevikku.

Tema ennustus on täies ulatuses täitunud.

Pneumaatiline mutt

See ebatavaline sündmus toimus 10. aprillil 1954. aastal Kuzbassis.

Ühe kaevandusasula lähedal jäätmaal sõi kits rahulikult rohtu. Veidi eemal istus kännul tema perenaine ja kodus käpikut.

Ootamatult kostis tume müra, maapind vappus ja värises. Mõne meetri kaugusel kohkunud naisest ronis krigina ja mürina saatel maa alt välja mingisugune masin. Ees pöörlesid tal tohutu suured ketad teravate hammastega. Lääkima poleerituna säten-dasid nad päikese käes nagu adrahõlmad.

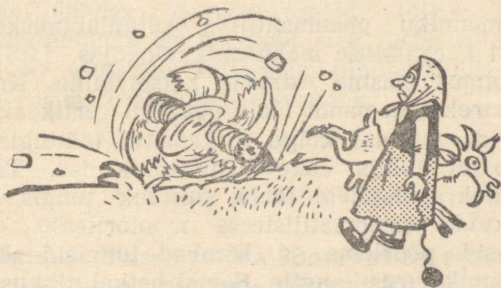
Koletis roomas maa seest välja ja peatus. Silindri-kujulisest teraskorpusest väljusid kaks kaevurimüt-sis töölist lambikestega mütsisirmil.

«Tervist, emake,» pöördus üks neist jahmunud naise poole. «Näe, jõudsimegi pärale.»

«Kes... meie?» lalises kitse perenaine. «Mille te sõitsite?»

«Teadagi kes — gumennistid,» vastas kaevur. «Siia aga sõitsime kombainil.»

Masin, mis kaevandusasula lähedal maapinnale



...Ja maapinnale ilmus Jakov Gumen-
niku pneumaatiline mutt.

roomas ja naist nii kõvasti ehmatas, osutus pneumaatiliseks käiguläbimiskombainiks, mille oli leiutanud Siberi kaevanduse «Baidajevskaja» noor mehhaanik Jakov Gumennik.

Kombain lasti maa alla aprilli algul. Sealt näris ta endale tee üles nagu tohutu suur metalne mutt. Läbinud peaaegu 600 meetrit, väljus kombain maapinnale täpselt sel kohal, kus sõi kits.

Selles tähelepanuväärses masinas oli suruõhk läbija suurepäraseks abiliseks.

Väliselt on Gumenniku kombain torukujuline. Heidame pilgu terassilindri sisemusse. Me näeme selles võimsaid pneumaatilisi mootoreid, hammasrattaid, rattaid ja hoobasid. Mootorid panevad pöörlema suuri teravate hammastega kettaid. Pööreldes raiuvad viimased söe- või maagikihist lahti saagist.

Piki toru välisseinu paiknevad kolm roomikut. Lüües hambad lademesse, liigub masin roomikute abil maa sees edasi.

Kombain on monteeritud kärule. Vajalikku kohta viiakse ta kärul, edasi liigub masin juba omal jõul. Terassilinder võib lademes töötada ükskõik missuguse nurga all, s.t. ka läbikäigu rajab ta ükskõik missuguses suunas.

Gumenniku pneumaatiline käiguläbimiskombain ehitati kaevanduse mehhaanikatöökojas. 1952. aastal toimus masina esimene katsetamine. Kombain lasti strekki ja pandi tööle peaaegu vertikaalselt, et proovida masinat kõige raskemates töötingimustes. Kombaini juhtis Jakov Gumennik ise. Ta keeras õhukraani käepidet ja suruõhk tungis mööda voolikuid pneumaatilistesse mootoritesse. Kettad hakkasid pöörlema ja hambad tungisid söekihti. Gumennik surus kangile. Samal hetkel nihkusid paigast roomikud. Masin hakkas söekihis kindlalt käiku rajama. Möödusid mõned minutid ja kombain kadus

täiesti kaevatud urkasse. Huilgava masina järel looklesid madudena voolikud ja juhtmed.

Pneumaatiline kombain pidas katsele vastu. Ta läbis mõnesajameetrise streki suure kiirusega.

Aga Gumennik ei rahuldunud saavutatuga. Ta mõtles sellest, kuidas suurendada masina läbimõõtu kahe meetrini. Niisuguses urus võiks juba vabalt sõita «Pobeda».

Ja mai algul 1954. aastal lastigi välja masina «PKG-1» esimene katseeksemplar, s. o. Gumenniku käiguläbimiskombaini esimene mudel. See pneumaatiline mutt ületas edasiliikumise kiiruse poolest kuuekordselt kõik senituntud läbimismasinad.

1955. aastal ehitati veelgi suurema võimsusega läbimiskombain «PKG-2», mis läbib päevas 120 meetrit. Niisuguse läbijaga võivad meie kaevurid tunduvalt kiiremini ehitada uusi söe- ja maagikaevandusi, suurendada kasulike maapõuevarade saagist.

Suurepärase maakaevamismasina leiutajale Jakov Gumennikule määrati kõrge autasu — Lenini preemia.

Ei ole mägede taga see päev, kui meie kaevandustesse ilmuvad uued pneumaatilised «kiirkäijad».

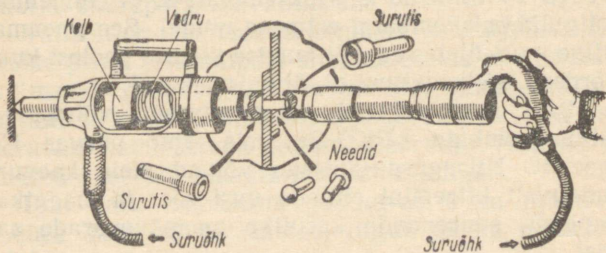
Kaevandades maapõuevarasid, lõikas inimene raudse labidaga tee maapõue sügavustesse. Ja selles töös on osutanud inimesele hindamatuid teeneid tema väsimatu abiline — suruõhk.

Ehtne metallitööline

Aeglaselt libiseb mööda konveieri lai raudne selg. Selle pikkus on peaaegu veerand kilomeetrit ja ta ulatub määratu suure montaažitsehhi ühest otsast teise.

Töölised aetasid konveierile veoauto raami. Alles sündimata auto hakkas sõitma tsehi väravate poole. Teekonnal aga vahetpidamata «riietatakse» raami: paigaldatakse mootor, kinnitatakse kohale teljed, vedrud, platvorm ja kabiin.

Jäi üle vaid veok «kängitseda» — rattad külge kruvida, ja tuli uus auto veereb omal jõul tehases välja.



Pneumaatiline neetija (paremal) ja hoidja (vasakul). Neetija «õmbleb» tugevasti-tugevasti kokku laevade, sildade ja katelde metalloosi kuni 32-millimeetrise läbimõõduga hõõguvtuliste ja külmade neetnaeltega. Töötab kiirusega 3000 lööki minutis (aga on olemas vasaraid, mis teevad ka 6000 lööki!). Iga 20 sekundi järel valmib needistus. Kui elektrikeevitust veel ei tuntud, ehitati laevad täielikult neetimise teel. Ometi oli kolmetekilisele aurulaevale vaja panna rohkem kui 10 miljonit neetnaela! Ja kõik tehti käsitsi.

Neetimisvasarale on vaja igas minutis anda kuni 1,2 kuupmeetrit 5—7 atmosfäärini kokkusurutud õhku. Kuid selleks, et neetnaela needistada, on vaja teda vastaspoolelt kinni hoida (vastu toetada). Varem tegi seda inimene, surudes vasaraga kogu jõust neetnaela pead. Teiselt poolt tagus neeti aga halastamatult neetija. Liigsest pingutusest värisesid pidevalt kinnihoidjate käed. Nüüd hoiab neetnaela kinni suruõhk. Inimene suudab neetnaela pead suruda mitte suurema kui 30- kuni 40-kilogrammise jõuga, masin arendab aga kuni 2000-kilogrammist jõudu.

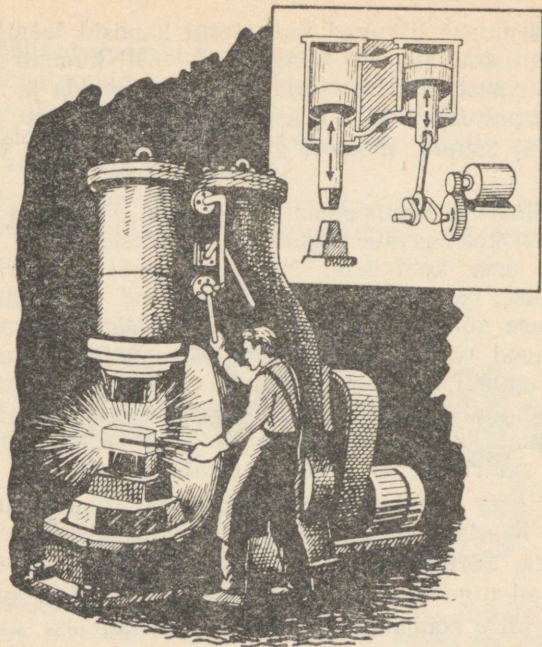
Ristsuunas liikuvad konveierid kandsid teenistusvalmilt auto juurde «kingad» — neli kummirehvidega ratast. Need on vaja telgedele asetada ja mutrid kinnituspoltidele peale keerata. Siis võib juba kabiini ronida, mootori käivitada ja tsehhist välja sõita.

Kõlks! — kostis summutatud löök. Need olid neli töölist, kes osavate liigutustega aetasid rattad korraga oma kohtadele. Nüüd on vaja igal rattal kaheksa, kokku seega kolmkümmend kaks mutrit viimase võimaluseni kinni keerata. Rataste avadest ulatuvad välja kolmkümmend kaks polti, kastis on aga mutrid. Konveier peatuda ei või, vaid liigub peatumatult edasi. Masin läheneb väljapääsule, kuid niikaua, kuni pole kinnitatud kõik kolmkümmend kaks mutrit, ei saa veoauto sammugi astuda.

Millega siis kinnitatakse mutrid? Tavalist lukksepa kaaslast — mutrivõtit — me tööliste käes ei märka. Sõrmedega mutreid kinni ei keera — need peavad tugevasti vastu ratast olema, vastasel korral võib kiire sõidu ajal juhtuda katastroof.

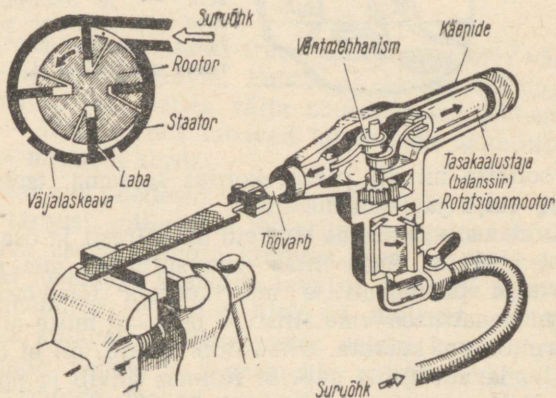
Tööliste käes ei ole tõepoolest tavalisi mutrivõtmeid, vaid nende asemel on mingisugused kettad kaheksa lühikese väljaulatuva toruga. Ketastelt ulatuvad lakke kummivoolikud. Need ongi mutrivõtmed, ainult pneumaatilised, ja mitte ühe mutri jaoks, vaid kaheksa jaoks korraga.

Taas kostab summutatud kõlksatus: kaheksa võtit koos mutritega asetati poltidele. Ja äkki hakkasid torud kiiresti pöörlema. Sama äkki, nagu käskluse peale, nad peatusid. Töölised võtsid kettad ratastelt. Kõik kolmkümmend kaks mutrit olid kinni keeratud just selleks momendiks, kui mehhaanik istus kabiini ja vajutas starterile. Veel hetk — ja uus põrandal olev veoauto sõidab ise tsehhist välja.

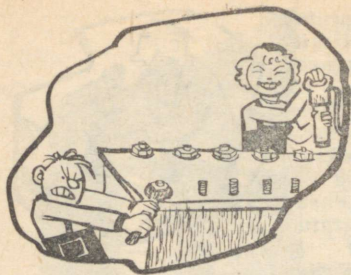


Sellel joonisel näidatud pneumaatiline pealelööja (haamerdaja) on väga võimas masin. Tema «raudsed kopsud» — kompressor — töötab elektrimootori jõul, mille võimsus on 100 hobujõudu (on olemas ka niisuguseid pneumaatilisi pealelööjaid, mille mootori võimsus on 1500 hobujõudu!). Kompressori silindri kõrvale on paigutatud teine silinder, mille sisemuses käib üles-alla kolb. Selle külge on kinnitatud pealelöögihaamri pinn. See virutab (langeb) täiest hoost alasil lebava hõõguva terasetombu pihta. Pneumaatiline haamer on võimeline keskmise palgi jämedusel metallitombul tükki maha raiuma. Ta annab metalli pihta 150 kuni 200 lööki minutis; siin on ju vaja töötada tõhusalt, sest, nagu öeldakse, tao rauda, kuni see on tuline! Haamri langev osa kaalub 30 kuni 3000 kilogrammi. Tema hävitavate löökide all litsutakse terasetomp lamedaks nagu vaha-küünal.

Siin joonistatud pneumaatiline tööriist ei sarnane hoopiski mitte tavaliste käaridega. Aga need on kõige ehtsamad käarid, ainult nad töötavad suruõhuga. Niisuguste käaridega lõigatakse kuni kolme millimeetri paksusi teraselehti kergema vaevaga kui rätsep kõige õhemat riidet. Pneumaatiline lõikaja on varustatud 0,5-hobujõulise mootoriga ja ta kaalub 3,5 kilogrammi. Töötamiseks vajab ta 0,8 kuupmeetrit õhku minutis 5- kuni 7-atmosfäärilise rõhu juures.



See on pneumaatiline viil. Teda on vaja vaid tugevasti käes hoida — kõik muu teeb ta ise. Viil käib edasi-tagasi (seitsesada korda minutis!), viilides maha õhukese metallikorra. Viili rotatsioonimootori võimsus on 0,5 hobujõudu.



Siin aga on näidatud pneumaatilist mutrivõtit — lukksepa-monteerija asendamatu abilist. Ta keerab mutreid poltidele niisuguse kiirusega, et ka viis lukkseppa talle järele ei jõuaks. Niipea kui mutter on kinni keeratud (mitte liiga kõvasti, kuid ka mitte nõrgalt), peatub mutrikeeraja ise. Mutrikeeraja pneumaatiline mootor teeb 400 pööret minutis. Kui mutrit on vaja ära keerata, surub lukksepp kangikeelsele — ja pneumaatiline võti hakkab pöörlema vastassuunas, keerates mutri lahti.

Poolteise minuti pärast kordus seesama: tsehhist sõitis välja järjekordne auto.

Kuidas siis õnnestus mutreid nii kiiresti ja osavalt kinni keerata? Seda aitas teha suruõhk, mis pani pöörlema pneumaatilise mutrikeeraja toruvõtmed.

Pneumaatilised «metallistid» oskavad mitte ainult mutreid kinni keerata. Üks raiub metalli, nii et laastud lendavad. Teine puurib. Kolmas lihvib ja poleerib. Neljas käsitseb suurepäraselt viili...

Seal, kus on vaja kasutada löögijõudu (näiteks haamriga töötamisel), rakendatakse löögilisi pneumaatilisi tööriistu. Suruõhu mõjul liigub kolb kiiresti mööda silindrit ja annab saadud energia üle tööriistale — haamrile, meislile või odale.

Seal, kus on vaja puurida, lihvida, mutreid kinni keerata ja puukruvisid sisse kruvida, asendatakse

löögiriist pöörlevaga. Siin pöörab suruõhk tiivikut või rootori labidaid, nagu teeb turbiinis aur. Tiivik või rootor pöörab võlli, mille pöörlemine antakse hammasrattakeste abil edasi puurile, lihvimiskivile, nutrivõtmele või kruvikeerajale.

Pneumaatilisi metalliste on praegu väga palju.

Suruõhk kergendab inimese tööd ka mehhaanika-tehastes. Mõningateks montaažioperatsioonideks kuluv aeg lühenes kümneid kordi, töö muutus aga tunduvalt kergemaks ja viljakamaks.

Surmahaare

Kirovi tehase kuulus freesija demonstreeris välismaistele metallistidele, kuidas ta töötab tööpingil. Leningradlane mõtles välja suurepärased lõikeriistad — freesid, mis lubavad kiirendada metallitöötlemist mitmeid kordi.

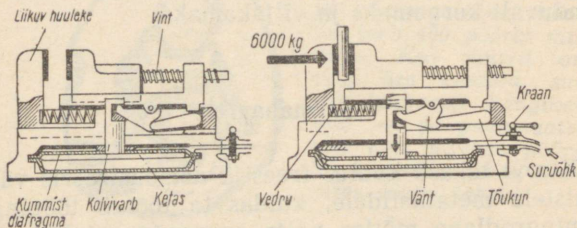
Külalised imetlesid freesija vilumust ja töö puhust, täpsust, millega ta lõikeriista paigaldas ja töödeldava eseme pingile kinnitas. See, et töölisel ei tulnud meeldegi kasutada tavalisi detailide kinnitamishahendeid — polte, liiste ja mutreid — hämmastas külalisi. Tööline asetaski detaili kruustangide mokaade vahele ja keeras siis mingit vändakest. Kruustangide mokaad nihkusid iseenesest koomale ja pigistasid toote kõvasti kinni. Seejärel käivitas tööline masina. Frees hakkas erakordse kiirusega metalli lõikama. Lõpuks masin peatus. Tööline keeras uuesti vändakest, kostis kärarikas ohe ja kruustangid avanesid. Valmis detail käis valmistatud külalistel käest kätte.

Kruustangid, mida kasutas nimekas freesija, töötasid suruõhuga. Tööline demonstreeris, kuidas ta too-

det töödelda oskab, nähtamatu meister aga — kuld-
das ta toodet surmahaardes hoiab.

Metallide töötlemisel on niisugune haare tingimata
vajalik. Kui detail on nõrgalt kinnitatud, võib ta
töötlemise ajal masinast välja lennata ja siis on töö-
õnnetus või avarii vältimatu.

Suruõhk kinnihoidja osas? Jah, ka selle ülesande
võib julgesti talle usaldada.



*Proovige õige detaili pneumaatiliste kruustangide
raudsest käepigistusest vabastada: nad arendavad
ju 6-tonnist survet!*

Tutvume pneumaatiliste kruustangide konstrukt-
siooniga. Joonisel on need kujutatud skemaatiliselt.
Kruustangide aluse põhjaosas näeme paksu kummist
vaheseina — diafragmat. See on omamoodi kolb.
Kui tööline keerab vändakest, avas ta suruõhule
juurdepääsu kruustangidesse. Diafragma andis järele
suruõhu survele, kooldus ja hakkas vändakeste abil
tõukama kruustangide liikuvat mokka: toode pigis-
tati kinni. Suruõhu rõhk on kuus atmosfääri, kuid
vändakeste tõttu pigistavad kruustangid detaili
kuuetonnise jõuga. Proovige detaili niisugusest
«õhulisest» kaisutusest välja kiskuda!

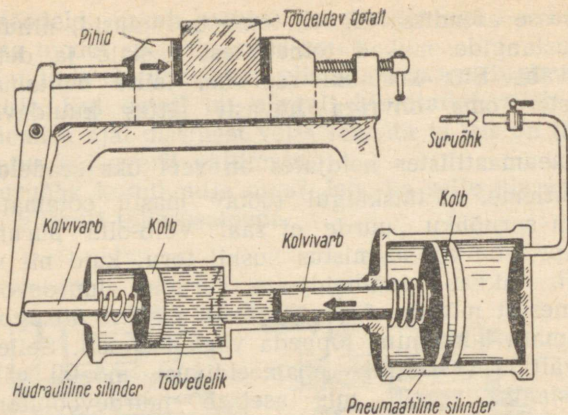
Selleks, et detaili kruustangide vahelt vabastada,
on vaja õhk välja lasta. Diafragma pöördub oma esi-

algmesse asendisse tagasi, tõmbab vântasid, nihutab kruustangide mokad teineteisest eemale ja detail on vaba. Siis kostabki see ohe, mille nähtamatu meister oma ohvriga hüvasti jättes kuuldavale toob.

Pneumaatilistes hoidjates on veel üks seadeldis. Kujutleme, et täiskäigul töötav masin ootamatult enam suruõhku juurde ei saa. Võib-olla purunes kompressor või ummistus kuskil toru, kuid nii või teisiti lakkas kinnihoidjasse suruõhu juurdevool. Iseenesest mõista võib nähtamatu meistri niisugune ootamatu lahkumine lõppeda väga halvasti. Selleks et vältida võimalikke ebameeldivusi, mõeldi välja spetsiaalne ventiil, mis asetseb juurdevoolutorul pigistusseadise juures. Seda ventiili nimetatakse taandventiiliks. Niipea kui rõhk õhuvõrgus mingil põhjusel langeb allapoole normaalset, sulgeb ventiil momentaanselt toru, eraldades pneumaatilise kinnihoidja õhuvõrgust. Nähtamatu meister lahkuks meelsasti surveseadeldisest ja põgeneks õhuvõrku, kus surve on väiksem kui kruustangides, kuid ventiil sulges talle tagasitee. Suruõhul ei jää muud üle, kui veel mõnda aega kolvile rõhuda. Nähes manomeetrilt, et surve võrgus langes, peatab tööline silmapilkselt masina. Kui aga taandventiilid varustada elektrikontaktidega, peatavad nad ise masina.

Meie tehastes on olemas veel üks pigistusseadis, milles toimivad koos suruõhk ja mingisugune vedelik, näiteks õli. Niisuguseid kombineeritud pigistajaid kutsutakse hüdropneumaatilisteks («hüdro» — vedelik, «pneuma» — puhang). Missugune on nende ehitus ja kuidas nad töötavad?

Õliga täidetud silindrisse on paigutatud varras või, nagu tehnikud nimetavad, varb. Varva otsa on kinnitatud kolb. Oletame, et kolvi ristlõikepindala



Õhk ja vedelik töötavad koos kinnihoidjatena.

on täpselt sada ruutsentimeetrit. Sellele surub õhk kuueatmosfäärilise jõuga. Kolb annab surve edasi varvale, mille ristlõike pindala on kümme korda väiksem, s. o. kümme ruutsentimeetrit. Varb surub õlile, õli omakorda teisele varvale, mis on liigendite abil ühendatud pigistusseadisega. Et aga varva pindala on kolvi pindalast kümme korda väiksem, siis on rõhumine varvale kümme korda suurem, s. o. kuuskümmend atmosfääri.

Niisugune mehhanism võimaldab õhu madalsurve muuta vedeliku kõrgsurveks. Hüdropneumaatiline pigistusseadis ei ole suur, kuid ta on väga töökindel. Tema kohta võib julgesti öelda: väike, aga tubli!

Väsimatu vormija

Tahmunud hiigeltsehhi muldpõrandal näeme inimesi. Eemalt paistab, nagu mängiksid lapsed liivaga ja valmistaksid sellest pirukaid. Kuid need pole lap-

sed, vaid täiskasvanud inimesed. Ja töö on neil palju tõsisem, kuigi nad tegelevad liivaga.

Eakas tööline sõelub kummargil olles liiva ja savi segu. Malmist kastis, mida nimetatakse vormimiskastiks, on puust mudel. Sõelast puistatakse mudelele peent tihedat vihma. Seejärel tihendab tööline segu tambitsaga, asetab esimese vormimiskasti peale teise ja sõelub sellesse jällegi liiva-savi segu.

Kui täitmine on lõpetatud, eemaldab tööline ettevaatlikult ülemise vormimiskasti, võtab mudeli välja ja paneb kasti uuesti tagasi. Nüüd tekkis vormisse mudeli kontuure täpselt jäljendav tühik. Kui saadud vormi valada sulametall, saadakse valatis.

Lõpetanud ühe vormimiskastipaariga, asub vormija järgmise kallale.

Nii töötasid vormijad endistel aegadel, äärmiselt vaevaliselt, põlvili vormide ees. Töötasid niikaua, kuni masin võttis selle raske ja musta töö oma õlgadele, valmistades valuvorme ette erakordse kiiruse ja täpsusega.

Nüüd, kus valutsehhihidesse ilmusid raudsed vormijad, kadusid sealt alatiseks mustus, aeglus ja käsitsitöö. Ei ole enam pimedaid, nõgiseid hoonetekorpusi, kuhu iialgi päikest ei paistnud. Meie uute tehaste valutsehhid on tundmatuseni muutunud. Põrandad on kaetud parketi, seinad glasuuritid plaatidega. Ere valgus, peaaegu haigla puhtus, ja isegi lilled. Lilled valutsehhis!

Me nimetasime masinaid, mis valmistasid ette valuvorme, raudseteks vormijateks. Õigem oleks neid nimetada aga pneumaatilisteks, sest nad töötavad suruõhuga. Nähtamatu meister tambib vormisegu, pöörab ja võtab ära valmis vorme, eraldab mudeleid, eemaldab tolmu, ühesõnaga, teeb kõike seda, mida varem tegi vormija, ainult et puhta-

malt, täpsemalt ja peale selle ka kakskümmend viis korda kiiremini.

Valmis liiva-savi segu läheb transportööriga otse töökohale. Tööline asetab vormimiskasti vormimismasina lauale. Metallist mudel on juba laual, kõik ülejäänud teeb aga masin. Ta puistab vormimiskasti täpse annuse segu ja tambib selle samaaegselt ka tihedaks.

Varem tegi seda tööline käsitambitsaga. Aga kuidas tambib pneumaatiline vormija?

Vaevalt algab segu puistamine vormimiskasti, kui masinalaud koos vormimiskastiga hakkab üles-alla rappuma. See rappumine on väga pehme ja sujuv. Asetades lauale metallraha, ei hakka see hüplema, vaid ainult laua serva poole edasi nihkuma.

Masina küljel on paagike. Selle juurde viivad igast suunast torud ja kummivoolikud. Paagikese küljes on õhukraani käepide. Niipea kui tööline keerab seda, voolab suruõhk magistraalset silindrisse masina alumises osas. Silindris liigub kolb.

Nähtamatu meister on kolvi all ja tõukab seda ülespoole. Kolb tõuseb nelja kuni viie sentimeetri võrra. Tõustes sulgeb ta automaatselt suruõhu juurdepääsu silindrisse ning avab samaaegselt väljavooluaknakese. Suruõhk lahkub silindrist, rõhk selles alaneb normaalseni ja laud langeb oma raskuse mõjul alla, sooritades löögi segu tihendamiseks. Kuid laskumisel avavad laud ja kolb nähtamatule meistrile uuesti tee rappuvasse silindrisse ja suruõhk lükkab laua uuesti üles. Masinalaud käib nii üles-alla kuni kolm tuhat korda minutis. Ikka tihedamaks ja tihedamaks tambitakse mullasegu vormimiskastis, kuni on täitunud kõik vormi nurgad.

Niisugune tampimine jätkub kuni vormimise lõppemiseni. Kokku kestab see protseduur mõnikümmend sekundit.

Vormimine ongi lõppenud. Tööline keerab õhukraani ja rappumine lakkab. Silmapilkselt pöörduvad oma liigenditel tugevad teraskäed, haaravad ettevaatlikult valmis vormi ja kannavad selle teisele lauale. Siin võetakse mudel vormist välja. Laual on uus vormimiskast. Veel üks vormipool on valmis saanud. Jälle haaravad teraskäed vormi, kannavad selle sujuvalt edasi ja asetavad varemvalminud vormipoolle. Mõlemad pooled kinnitatakse klambritega kokku ja pärast kuivatamist saadetakse valmis vorm valuosakonda, kus see täidetakse sulametaliga.

Mitte vähe pole valutsehhides ka teisi inimese pneumaatilisi abilisi. Nende hulgas on näiteks pneumaatiline raputuspink. Selle pingi laud sooritab 4000 vibreeringut minutis. Jahtunud vormimiskast asetatakse lauale, rappumisel põrub põlenud vormisegu kastist välja ja langeb läbi ava laua sisemusse. Valatis saadetakse konveieril puhastusosakonda, kus töölised meie vana tuttava — pneumaatilise meisli abil eemaldavad sellelt üleliigse metalli.

On olemas ka õhuga töötav valatiste puhastaja — pneumaatiline liivajoatrummel. Õhusurvega väljapaisatav liivajuga puhastab valatise lausa läikimiseni.

Valutsehhis kohtame ka pneumaatilist tambitsat. Selle väikese masina kolb sooritab kiireid üles-alla võnkumisi. Kolvi löögid antakse edasi seenekujulisele teraskübarale. Kübar tihendab vormisegu väga kiiresti, sest kolb sooritab kuni 1500 lööki minutis.

Nagu näeme, on kaasaegse tehase valutsehh tehniliselt hästi varustatud ja selles on kooskõlas töötavate masinate, ahjude ja konveierite ansambel, mida juhib inimene. Pneumaatilistel masinatel pole selles ansamblis just väikene osa.

Pneumaatiliste masinate rappuvatel laudadel valmivad tuhanded ja kümned tuhanded vormid detailide valamiseks tulevastele autodele, traktoritele, tööpinkidele ja masinatele.

Osav ehitaja

Tuntud ungari teadlane Armin Vámbéry reisis möödunud sajandi lõpul mööda Venemaad. Poolel teel Hiiva ja Buhhaara vahel tabas teda ootamatult liivatorrm. Liiv puistas üle inimesed ja kaamelid. Lähiskonna barhaanid oleksid nagu elustunud, saanud tiivad ja tõusnud õhku. Liiv krigises hammaste all, tungis riiete vahele, ja tema eest ei olnud mingit pääsu.

Kui torm lõpuks rauges ja reisijad võisid hinge tagasi tõmmata, kirjutas teadlane oma reisipäevikusse: «Tuul sööstis meile tumeda mühinaga kallale ja kattis meid kiiresti kahe sõrme paksuse liivakorraga. Esimesed liivaterad, mis mu nahka puudutasid, tekitasid tulevihma mulje — nad piitsutasid nii valusasti.»

Ilma, et ungari rändur ise oleks aimanudki, tegi ta väga tähtsa avastuse: liiv võib p e k s t a. Vámbéry koges seda oma nahal.

Ometi kulus palju aega, enne kui inimene suutis selle lendava liiva kahjuliku omaduse muuta kasulikuks.

Kiiresti liikuva õhuga kaasahaaratud liiv saavutab suure kiiruse ja kogub palju energiat. Kohates mingisugust takistust, pörkab lendav liivaterake tugevasti vastu tõket. Liikumisenergia muundub silmapilkselt löögienergiaks. Nii väike kui liivaterake ka on, jätab ta seejuures takistusele jälje — kriimustuse. Tähendab, terav liivaterake muutub tiba-

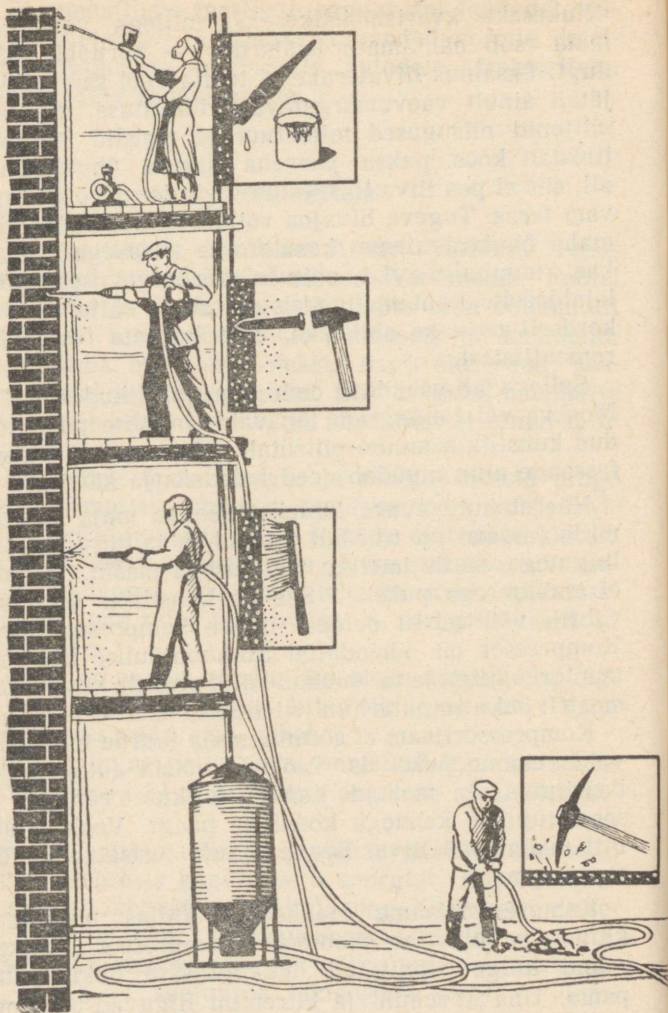
tillukeseks kvartsmeislikeseks, millega vahetpidamata taob nähtamatu haamrike — suruõhk. Muidugi, üksainus liivaterake ei tekita veel samuumi ja jätab ainult vaevumärgatava kriimustuse. Kui aga miljonid niisugused miniatuursed meislid lendavad tihedalt koos, paksu parvena tugeva õhurõhumise all, siis ei pea liiva löikejõule vastu isegi kõige tugevam teras. Tugeva liivajoa võimet kiskuda pindadelt maha õhukest kirmet kasutatakse kaasaegses tehnikas, muuhulgas ka ehitusalases tegevuses, väga laialdaselt. Nähtamatu meister osutus ehitajate erakordselt osavaks abiliseks, eriti hoonete fassaadide remontimisel.

Selles võib veenduda oma silmaga, liikudes mööda Moskva või Leningradi tänavaid. Inimese poolt loodud kunstlik samuum piitsutab halastamatult majade fassaade ning muudab need heledaks ja kauniks.

Näe, tohutu suure kuuekorruselise maja juurde, mille fassaad on tihedalt kaetud metalltorudest tellingutega, sõitis imeliku välimusega masin. Ta pole ei traktor ega puksiir. See on kunstliku samuumi vabrik või, teisiti öeldes, liikuv kompressorijaam. Kompressor on ühendatud 56-hobujõulise bensiinimootori võlliga ja ta suudab välja puhuda kuus kuupmeetrit õhku minutis kuni viieatmosfäärilise rõhu all.

Kompressorijaam ei sõitnud maja juurde mitte ise, vaid veoauto puksiiris. Töölised võtsid autolt maha bensiinivaadi, mustad kummivoolikute rõngad ja seenekujulise kaanega koonilise paagi. Veokilt laaditi maha tonn liiva. Seejärel auto turtsatas ja sõitis minema.

Kompressorijaama mehhaanik kallas masinasse kütust ja käivitas mootori. Kompressor hakkas raami külge kinnitatud õhukogujasse õhku pumpana. Üha kiiremini ja kiiremini liiguvad soojenenud kolvid kompressori silindrites edasi ja tagasi.



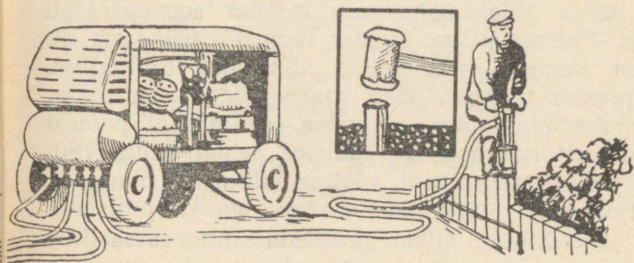
Väsimatu nähtamatu meister

Üha kangekaelsemalt ronib ülespoole manomeetri värisev osuti. Ta on jõudnud juba peaaegu punase kriipsukeseni number «5» juures. Stopp! Kaugemale võnkuda on ohtlik.

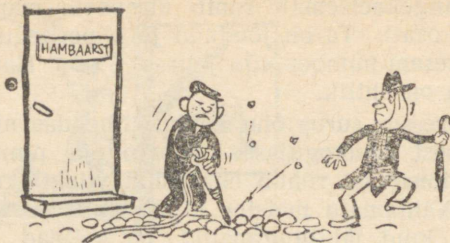
Kompressor surus õhu kokku, tihendas ning ajas ta terasest õhukogujasse. Õhukoguja pinna igale ruutsentimeetrile rõhub õhk nüüd viiekilogrammise jõuga. Nähtamatu meister kipub vabadusse, tahab töötada, kuid läbitungimatud terasseinad hoiavad teda kõvasti kinni. Õhk meenutab tugevasti kokkusurutud vedru: tarvitseb vaid riiv lahti päasta — ja vedru lööb end sirgu.

Lõpuks annab mehhaanik ehitajatele signaali — võib alustada! Õhukogujast hargnevad jämedad voolikud. Üks voolikutest on ühendatud koonusekujulise paagi alumise osaga, millesse on juba varem puistatud mõnisada kilogrammi kuiva peent liiva. Seejärel avatakse kraan. Suruõhk tungib edasi mööda voolikut.

Paagi alumise osa külge on tihedalt kinnitatud massiivne metallkarp, millesse raputatakse liiva. Ühelt küljelt on selle juurde toodud õhukogujast tulev voolik, mida mööda satub karpi õhk. Siin haarab ta kinni liivajoa ja karbis tõuseb samuum. Õhk



teeb ehitusel igasugust tööd!



Jah, mõlema tööpõhimõtte on sama...

kisub liiva kaasa voolikusse, mis on teisest küljest ühendatud sama karbiga. Teist teed karbist väljapääsemiseks liivale ja suruõhule ei ole. Tellinguil seisab tolmukaitsemaskis tööline. Tal on käes metalse otsikuga voolik. Õhu ja liiva juga on suunatud vastu maja seina. Miljonid purustavad meislikesed tungivad vanasse värvikihti, kisuvad selle maha, koos sellega kihutavad aga välja ka tolmu, mis aastatega on seintesse sööbinud.

Maja fassaad puhastati väga lühikese ajaga. Sooritati töö, mida käsitsi oleksid teinud kümned töölised.

Nüüd võib fassaadi uuesti värvida. Kas kutsuda kohale maalrid oma ämbrite ja pintslitega? Ei, ka selle tööga tuleb nähtamatu meister suurepäraselt toime. Pneumaatiline maaler tegutseb väikesest liikuvast jaamast, mis seisab siinsamas tellingutel. Kompressor pumpab õhku suurde pulverisaatorisse. Töötamise põhimõttelt ei erine see millegi poolest pulverisaatorist, millega juuksur pritsib kõlni vett. Suruõhk pihustab värvi, tööline juhib aga õhupintslit. Pole vaja ämbrikest värviga ega ka pintsleid. Värv jääb ühtlase, sileda ja tiheda kihina fassaadile.

Kui on vaja värvida maja seinu seestpoolt, võetakse teine pulverisaator. See meenutab pika rauaga

püstolit ja nii teda nimetataksegi — pneumaatiline püstol. Ta tulistab mitte tinakuulide, vaid tinavalgega.

Vajutad niisuguse püstoli kukele — ja algab tulistamine ookri või halivärviga. Tunni aja jooksul on pneumaatiline maaler võimeline värvima 80 ruutmeetrit seina. Niisuguse ülesandega ei tule toime ka viis maalrit poole päevaga — on selge, et pintsliga palju ära teha ei suuda. Kui tuleb talvel töötada, võib selleks, et värv paksuks ei läheks, teda soojendada. Püstoliraua suudmes on selle jaoks elektri-soojendusspiraal.

Niisugune maaler vajab tunnis 12 kuupmeetrit õhku rõhuga $1\frac{1}{3}$ atmosfääri. Koos ämbrikesega, millesse mahub liiter värvi, kaalub pneumaatiline maaler poolteist kilogrammi.

Kuid ehitajate relvastus ei koosne mitte üksnes püstolitest. Nagu metallurgidelgi, on ka neil oma pneumaatiline artilleria. See on tsemendikahur.

Suruõhk lükkab tsemendi ja liiva segu neljaatmosfäärilise rõhu all hoidlast välja, kus see satub otsikuga varustatud jämedasse voolikusse. Samaaegselt annab teine pump otsikusse ka vett. Valmis tsemendilahus eraldub kiirusega sada meetrit sekundis. Oma teel kohtab lahus takistust — seina ja langeb sellele ühtlase, sileda kihina. Betoonkate tuleb tihe,



Püstol tulistab mitte tinakuulide, vaid tinavalgega.

sest lahus pressitakse seinä vastu pörkamisel tugevasti kokku.

Nähtamatul meistril on ehituse juures palju tööd!

Lahtiraiumishaamri terasodaga tehakse maja kivi-seina ava, millest montöörid tõmbavad läbi elektri-kaabli. Väljas sillutab pneumaatiline tambits teed, taob sisse vaiu vundamendi jaoks.

All aga, ehitatava maja juures jätkavad kompressorijaamad väsimatult tööd: ehitusel vajatakse palju suruõhku. Ja raudsed kopsud kihutavad seda lakka-matult mööda võppuvat voolikut ehitusplatsi kõiki-desse nurkadesse.

Võimsad õlad

Vene vägede poolt Poltaava all purustatud Rootsi kuninga Karl XII armee taganes korratuses Bessa-raabiasse. Kuumus, janu ja tolm kurnasid halastamatult sõdureid. Peaaegu midagi polnud säilinud kunagistest hiilgavatest kuninglikest polkudest. Kauguses paistis külake. Väsinud sõdurid elustusid. Ootamatult kattis must pilv taeva ja tõusis tuul. Peagi hakkas valama tihedat, jämedat vihma. Kuid imede ime — selles langevas vihmavalingus ei olnud ainsatki veepiiska! Rootslased tõrjusid seda tundmatut vaenlast käte ja jalgadega, katsusid end varjata sinelite ja kiivritega. Sõdurid ei pidanud rünnakule vastu ja langesid hirmuga maha. Alles siis nad märkasid, kes neid ründas: taevast langes rändtirtsel Putukate müriaadid — elavad kartetšid — tabasid soldateid otse näkku, tungisid mundri alla. Peatselt vaibus torm. Teele jäid maha leegionid rändtirtse, krabistades kuivalt kõvade tiibadega.

Selle erakordse vihmavalingu seletus on lihtne: tuul tõi aplad putukad kaasa kaugest Pärsias. Tuule kiirus oli kuni 15 meetrit sekundis. Ta kiskus ränd-

tirtsud endaga kaasa, tõstis nad õhku, kandis väga kauge maa taha ja paiskas oma elava koorma Rootsi pataljonidele.

Tuul tõstis... Tuul kandis...

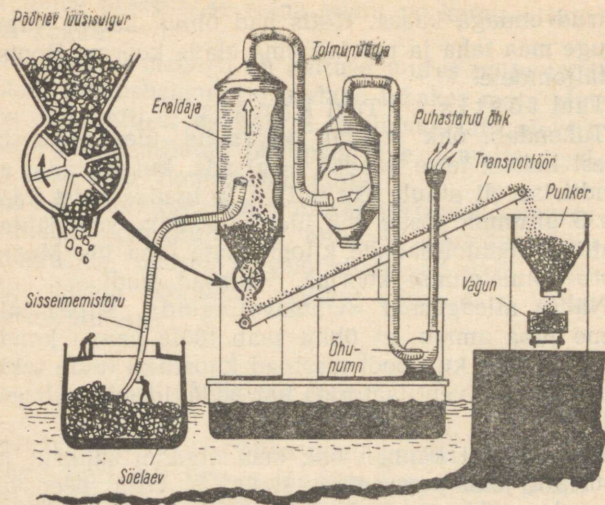
Tähendab, õhk suudab koormaid üles tõsta ja ühest kohast teise kanda? Isegi siis, kui oletada, et rändtirtse oli ainult üks miljon ja igaüks neist kaalus 3 grammi, tõstis õhk üles ja kandis oma nähtamatutel õlgadel sadade kilomeetrite taha üle Musta mere kolmetonnise koorma. Võimsad õlad!

Nähes niisuguseid «vihmavalinguid», taipas inimene juba ammu, et õhku saab tööle panna kandjana. Ja siis, kui loodi masinad kunstliku tuule tekitamiseks — ventilaatorid, sai seda ideed realiseerida.

Meie päevil kannab õhk oma õlgadel suhkrut ja tsementi, jahu ja säepuru, šlakki ja vilja, peensütt ja soola, põhku ja mahorkat, teed ja pesupulbrit, datleid, pähkleid ja teisi pudenevaid koormaid.

Paljude aastakümnete vältel kantakse valtsiveskites vilja ja jahu ühest kohast teise elevaatorite ja transportööride abil. Need mehhanismid toimetavad jahvatussaadusi ühe masina juurest teise juurde. Veskid on üle kuhjatud transpordiseadmetega. Kui palju aga läheb niisuguse transportimisviisi juures vilja ja jahu kaduma! Jahupilv püsib sambana õhus. Jahu peenimad osakesed on võimelised plahvatama ja seepärast olid katastroofid ning tulekahjud veskites revolutsiooni-eelsel Venemaal tavalisteks nähtusteks.

Kui vähe sarnaneb 1955. aasta suvel Tallinnas käikulastud veski vanade jahutööstusettevõtetega! Selles veskis puudub täiesti tolm. Pole seal ei konveiereid ega ka teisi transpordimehhanisme, mis on tavalised vanades veskites. Tallinna veskis viivad jahu ja vilja ühest kohast teise pneumaatilised laadid. Vili ja jahvatussaadused liiguvad mööda



Suruõhu abil laaditakse süsi laevade kiiluruumidest raudteevagunitesse.

terastorusid, mille seintes on pleksiklaasiga kaetud aknakesed. Läbi aknakeste võib näha, kuidas lendavad jahu ja vili. Õhk kannab valmis jahu torusid mööda kaalumispakkimisosakonda. Hooga allapanud kottidesse langedes lööb jahu need tihedalt täis. Spetsiaalne masin õmbleb momentaanselt kotid kinni, kaalub ära, kleebib peale etiketid ja lükkab siis kotid transportööri lindile, millel nad lõputu reana liiguvad valmistoodete lattu. See on ainus transportöör, mis on vanast veskist pärandina alles jäänud.

Kõiki operatsioone, alates vilja puistamisest punkrisse kuni kinniõmmeldud kottide lattu saatmiseni, juhib keskest juhtimispuldist üks inimene. Asjalt otsite siit valge jahutolmuga ülepuistatud möld-

rit. Nüüd on automatiseeritud veskis möldriks puldi ees istuv insener või tehnik.

Võttes enda peale laadija kohustused, viis nähtamatu meister jahutööstuses läbi tõelise tehnilise revolutsiooni.

Veelgi võimsam veski püstitati Pärnusse. Pneuumaatilised veskid töötavad samuti Moskvas, Odesas, Sumõs ja paljudes teistes Nõukogude Liidu linnades.

Sooritame kujutluses jalutuskäigu Suur-Pissarevi veskisse Sumõ linnas. Meil tuleb selga panna valged kitlid, sest ilma nendeta meid veskisse ei lasta. Omal ajal ei erinenud ka see jahutööstuse ettevõtte millegagi teistest vanadest veskitest. Tohtu suur korpus oli tulvil täis kohmakaid transpordimehhanisme. Paksu tolmu tõttu paistsid kolmesajaküünlased lambid nagu läbi udu. Müra oli niisugune, et kõnelda sai ainult žestide abil, nagu räägivad kurtummad.

Nii oli.

Ja vaat, mis toimus.

Veskisse on üles seatud viis õhujuhet. Need on 25-sentimeetrise läbimõõduga torud. Tsentrifugaalventilaatoritega pumbatakse torudest õhk välja ja neisse sööstab välisõhu võimas vool. Õhuvoolu kiirus on 20 meetrit sekundis — tõeline orkaan! Üsna torujuhtme algusesse on ehitatud laadimistrehter. Selle kaudu puistatakse torusse vilja või jahu. Õhuvool haarab jahu või viljaterad ja viib need vajalikus suunas edasi. Aga kuidas torust valmis jahu välja võtta? Kas panna ventilaator seisma? See ei ole võimalik, sest raske jahu sadestuks sedamaid toru seintele. Kohta, kus on vaja jahu välja laadida, paigutatakse niinimetatud tsüklon — suur altpoolt ahenev trummel. Õhk koos kaasaskantava koormaga satub tsüklonisse ja paisub (tsükloni läbimõõt on palju

kordi suurem toru läbimõõdust). Tulemusena vähe-
neb järsult tema liikumise kiirus. Jahu põrkab vastu
tsükloni sisemuses olevat vaheseina ja vajub tsük-
loni alumisse, koonilisse ossa. Avades hermeetilise
siibri, saab jahu välja lasta. Õhk puhastatakse filt-
ris ja ta läheb edasi ventilaatorisse, sealtkaudu aga
atmosfääri.

Umbes samuti on ehitatud pneumaatiline veski ka
Odessas. Seal ei ole aga mitte viis, vaid neliküm-
mend viis pneumaatilist liini.

Pneumaatilisel laadijal on tohutuid eeliseid, kuid
peamine on see, et koormast ei lähe mitte kübetki
kaduma. On ainult vaja, et koorem oleks kuiv. Märg
jahu hakkab kleepuma ja ummistab kliistrina toru.

Sadamas imeb söe või teravilja pneumaatilise
ümberlaadija hiigellont pudenevat lasti laevade kiilu-
ruumidest otse lattu. Kui aga on vaja teravilja lae-
vale laadida, kannab õhk lasti ladudest ka laeva-
ruumidesse. Niisugune masin on suuteline ühe tunni
jooksul ümber laadima 110 tonni teravilja. Tema
asemel tuleks ühe ookeaniauriku viljalasti lossimi-
seks tööle panna viis tuhat niisugust vägilast nagu
tuntud Ivan Poddubnõi, töötada tuleks neil ilma une
ja puhkuseta aga terve nädal...

Pneumaatilised kandjad on olemas ka tehaste ja
vabrikute tsehhides, kus nad abistavad inimest,
vabastades ta raskest füüsilisest tööst.

Me tõime ainult mõningaid näiteid sellest, kuidas
õhku transpordis kasutatakse.

Tema nähtamatutele, kuid võimsatele õlgadele
pani inimene suure osa tööst, mida ta varem ise
tegi. Nähtamatu meister osutus vastupidavaks ja
sõnakuulelikuks laadijaks.

Kõige elastsem ratas

Mööda maakera teid kihutab rohkem kui sada miljonit autot.

Pidevalt on käigus nelisada miljonit rattakummi, kuid veel sada miljonit sõidab autodel varukummi-dena.

Tuhanded lennukid lasevad enne maandumist välja oma kummirehvidesse kängitsetud šassiid.

Lisage sellele miljonid jalgrattad, kummirehvi-dega traktorid, puksiirtraktorid, mootorrattad, järel-vankrid, kõikvõimalikud kalessid ja kummirehvi-dega vankrid. Kõik need sõidukid on varustatud pneumaatiliste rattakummidega. Rattakumm ei ole sõidukitele mitte üksnes toeks. Tõugates end teest lahti, paneb ta auto liikuma, juhib teda. Ühesõnaga, auto ilma rattakummideta on sama mis inimene ilma jalgadeta.

Pneumaatilise rehvi-ga ratta leiutas 1845. aastal inglise insener Thomson. Kuid tema avastus unustati kiiresti. Tolleaegsetele sõidukitele piisas rauast või siis äärmisel juhul täiskummist rattapöidadest. Autot — pneumaatiliste rattakummide peamist kasutajat siis veel polnud.

Möödus nelikümmend kaheksa aastat. Ja Thom-soni vana idee elustati teise leiduri poolt. See ei olnud insener ja isegi mitte mehhaanik. Šoti looma-arst Dunlop võttis patendi pneumaatilisele rattakum-mile oma jalgrattal. Kuid peale patendi võtmist hül-gas Dunlop veterinaaria. Ta loobus hobuste, koerte ja kasside ravimisest ja tõusis «rattakummikunin-gaks».

Pneumaatiline rattakumm vallutas sõna otseses mõttes kogu maailma. Ja juhtus see just sellepärast, et suurema elastsusega ratast ei olegi enam olemas.

Ükski vedru pole suuteline võistleva rattakummisse pumbatud õhuga.

Peaaegu igaüks tunneb rattakummi ehitust. Ta koosneb kahest — sise- ja välisosast. Välimist osa nimetatakse väliskummiks. See valmistatakse tugevast, tihedalt kummeeritud riidest. Pealiskummi välispinnasse on tehtud kuusekeste kujulised või siksak-mustris väljaulatuvad nukid, et kumm paremini seostuks maapinnaga ja ratas paigal pöörlema ei hakkaks. Rattakummi sisemine osa — õhukumm — on kõige paremast kummisordist valmistatud kest. Õhukumm varustatakse ventiiliga, mille kaudu pumbatakse temasse õhku. Ventiil on ukseks, mis avaneb ainult ühele poole: ta laseb õhku kummi sisemusse, ei lase seda sealt aga tagasi välja.

Autojuht ühendab ventiili külge pumba vooliku ja hakkab õhukummisse õhku pumpama. Kui auto ei ole suur, näiteks «Moskvitš», siis saab õhukummi ka käsipumbaga täis pumbata. Käsipump võimaldab õhku kahe kuni kolme atmosfäärini kokku suruda, mis kergeate autode õhukummide jaoks on täiesti piisav.

Raske auto puhul ei tee käsipumbaga midagi. Autobussi või 40-tonnise isekallutaja rattakummi käsipumbaga täis pumbata ei saa. Isekallutaja ratas



Nii tekib elastne, vetruv kiht tee ja auto vahele.

on kõrgem kui inimene. Niisuguste rataste õhukummides on vaja hoida seitsmeatmosfäärilist survet. Raskete autode rattakumme pumbatakse täis kompressorite abil.

Suruõhu rõhu all hakkab õhukumm paisuma. Kuid soovikohaselt paisuda ei võimalda tal ühelt poolt pealiskumm, teiselt poolt aga rattapöid. Nii tekib tee ja auto vahele elastne, vetruv vahekiht.

Niikaua kuni auto seisab liikumatult paigal, on ka rattakummid liikumatud. Kui aga auto teele asub, algavad nähtamatu meistri piinad. Hoope ja mükse aina sajab ta pihta.

Täisratas, mis sõidab kivile, tõuseb takistuse kõrgusele, näiteks 5 sentimeetrit. Pneumaatiliste kummidega ratas tõuseb aga ainult 1,5 sentimeetrit — ülejäänu «neelab» endasse rattakumm. Takistus vajutab rattakummi mõlki, see aga ajab end silmapilkselt sirgu. Tee materdab rattakummi halastamatult, kuid ka tema ei jää võlgu. Vaadake, kuidas läigib asfalt, mida on rullinud tuhanded autorattad. Võtame mikroskoobi alla näputäie teetolmu. Nii ongi! Pulbriks hõõrutud kummi on pooleks asfaldi ja liivaterakestega: mõlemad vastased on tasa.

Kuid rattakumm ei saa oma teel mitte ainult mükse. Talle mõjub ka tsentrifugaaljõud, mis püüab kummi rattalt maha kiskuda. Mida kiiremini ratas pöörleb, seda tugevam on see jõud. Kui auto kiirus on kakskümmend kilomeetrit tunnis, siis on tsentrifugaaljõu suurus pealiskummi kaalu iga kilogrammi kohta näiteks kaheksa kilogrammi. 125-kilomeetrise tunnikiiiruse juures on see jõud juba kolmsada kilogrammi!

Rattakummi püütakse sõna tõsisel mõttes osadeks käristada. Kuid selle jaoks on ta ka tehtud, et taluda kindlalt kõige raskemaid katsumusi. Kummi purustada ei olegi nii lihtne. Pealiskumm istub rattapöial

erakordselt tugevasti. Õhukumm hoiab nähtamatut meistrit kinni, see aga, surudes oma kummist vanglat seestpoolt, rõhub pealiskummile ja pehmendab sellega auto rappumist.

Suvel pumbatakse rattakummid pisut vähem täis, sest pealiskumm soojeneb nii hõõrdumisest teel kui ka kuumusest. Nähtamatu meistri temperatuur tõuseb kuni üheksakümne kraadini. Liigsest soojenemisest paisub õhk kummides väga tugevasti ja kummid võivad lõhkeda. Talvel seevastu pumbatakse rattakummid natuke rohkem täis.

Pneumaatiliste rattakummidega vankrite puhul pole hoopiski rakendatav tuntud kõnekäänd — üleärune nagu viies ratas vankri all. Igal kergesõiduautol on viis ratast — neil telgedel, viies aga tagavaraks. Veo- ja puksiirautod sõidavad kuuel ja isegi kahekümnel rattal, sest varus on neil ka mitu ratast.

Kuni viimaste aastateni peeti läbitorget rattakummide kõige õelamaks vaenlaseks. Tõepoolest, sõitis vaid ratas naela otsa — ja põmm! — nähtamatu meister ainult seda ootaski! Momentaanselt hülgab ta umbse õhukummi. Auto on sunnitud peatuma kas selleks, et remontida õhukummi või vahetada vigastatud ratas tagavararattaga.

Me ütlesime «peeti». Jah, sest nüüd lastakse välja ka õhukummideta rattakumme. Pealiskumm koosneb mitmest üksteisest isoleeritud õõnest ja õhk pumbatakse vahetult neisse õõntesse. Paar-kolm läbitorget ei ole niisugusele kummile ohtlikud, sest kui üks õõntest läbi torgatakse, töötavad teised korralikult edasi.

Võimalik, et nähtamatul meistril ei ole kuskil mujal nii raske kui pneumaatilises rattakummis.

Ilma igasuguse liialduseta võib öelda, et antud juhul sõidab inimene sõna otseses mõttes õhul!

Mitte kaua aega tagasi ilmusid autodele ka pneu-

maatilised vedrud. Need on õõnsad kummivedrud, mille sisemusse on suure rõhu all pumbatud õhk. Niisugused vedrud kaaluvad kõigest neli kilogrammi (tuletame meelde, et terasvedrud kaaluvad mõnel autol sadu kilogramme). Pneumaatilised vedrud hoiavad auto alati ühel tasapinnal ega lase teda viltu vajuda (nagu see näiteks on terasvedrude puhul, mis koorma raskuse all kokku vajuvad). Kui mõnel vedrudest (neid on autol neli) on suurem koormus kui teistel, lastakse sellesse vedrusse spetsiaalse ventiili abil viivitamatult täiendav kogus suruõhku.

Pneumaatilised vedrud, erinevalt terasvedrudest, ei roosteta ega katke. Neil ei ole hõõrduvaid pindu, järelikult ei vaja nad ka määrimist.

Pneumaatiliste autovedrude vastupidavuse ja tugevuse kontrollimiseks tehti läbi niisugune katse. Veoauto varustati pneumaatiliste vedrudega ja suunati tööle kõige halvematele teedele. Auto sõitis läbi mõnikümmend tuhat kilomeetrit. Selle aja jooksul tuli asendada mitu komplekti rattakumme, kolm korda mootorit ja kord isegi katkiläinud autoraam uue vastu välja vahetada. Vedrud aga töötasid, nagu poleks midagi juhtunud.

Kasulik orkaan

Mis mõttetus see niisugune on — kasulik orkaan?

Orkaan, mis kisub maa seest saja-aastased tammed nagu porgandid välja, orkaan, mis uputab laevu — ja korraga kasulik?

Orkaan — see on õnnetus!

Õhuookean ei ole kunagi rahulik. Selles on süüdi Päike. Soojenedes õhk paisub ja muudab asukohta. Tekib tuul. Kuid üks asi on kerge mõnus briis, hoopis teine asi aga kõikehävitav taifuun.

Ja missuguseid tempe tuul küll ei tee!

Nikoni kroonikas räägitakse: «Suvel 6487¹ olnud märgid Kuul ja Päikesel ja tähtedel, ja olnud suured ning kohutavad äikesed, ja tugevad tuuled ühes tuulekeeristega, ja palju kurja sündinud inimestele ja kariloomadele ja metselajatele.»

Suurim orkaani poolt põhjustatud katastroof toimus kakssada kaksikümmend aastat tagasi Bengaalilahes. Taifuun tekitas määratu suure laine, mis pühkis ookeani kolmsada tuhat inimest ja uputas kaksikümmend tuhat laeva.

Mitte vähe halba ei tekitanud märatsev õhk Peterburile. Eriti suur üleujutus leidis Peterburis aset 1824. aasta sügisel.

Siis järsku, muutes oma rada,
läks tagasi, ning vihahoos
noolkärmelt lainte hiiglakaared
vee alla üleni löid saared.
Läks pöörasemaks tormi lend,
puid, kive Neeva lahti kiskus,
ning äkki, kaldaist heites end,
kui murdja linna pääle viskus.
Kõik jooksis, põgenes ta eest —
pea lainetasid platsid veest,
maa alla madalamais majus
nüüd kanaleid kui koski vaju,
ning vööni laintes, kuival koon,
linn ujus äkki kui Tritoon.

Nii kirjeldas seda õnnetust Puškin.

Ka 1924. aastal tõstis nähtamatu õhupais Neeva vee rohkem kui kolm ja pool meetrit normaalsest tasemest kõrgemale.

Need on raevunud õhu purustustöö tulemused.

Taolisi näiteid katastroofidest leiame ajaloost tohutul hulgal. 1845. aasta augustis laastas orkaan täielikult toreda Maromme'i oru Prantsusmaal. Kell

¹ Uue kalendri järgi vastab see aastale 979.

üks päeval kerkis ootamatult tuul. Orkaan purustas suured kudumisvabrikud, mille rusude all hukkusid sajad töölised. Keset kohutavaid purustusi jäi nagu mingi ime läbi terveks vabriku masinaosakond. Tõsi küll, seinu ja katust enam ei olnud, kuid masin jätkas tööd niikaua, kuni katlast lõppes aur . . .

25. mail 1937. aastal kihutas tohutu tugevusega torm üle Moskva. Päev muutus momentaanselt ööks. Tuule vilina ja mühina tõttu ei kuulnud kõuemürinat, ehkki välgud lakkamatult taevast lõhestasid. Orlikovi põiktänavas surus torm kaupluse paksust peegliklaasist vaateakna sisse, «Dünamo» turismi baasis rebis aga vundamendilt estraadi lahti. Rame-nis sattus orkaani teele ette tõstekraana. Mitmeton-nine metallhiiglane langes tuule surve all nagu maharaiutud puu.

Mõnikord kisub orkaan kaasa kõige omapärase-maid esemeid ja paiskab need kuskil kaugel vih-mana maha. «Vihmad» apelsinidest, konnadest, krabidest, kaladest, rändtirtsudest, maipõrnikatest, ämblikest ja tindikaladest — see pole kaugeltki täielik nimistu nendest «veostest», mida orkaanid ja vesipüksid mõnikord ühest kohast teise kannavad. On sadanud väävli-, õite-, õli- ja elavhõbeda-, mar-mori- ja rahavihmasid.

Merel keerutab pööristuul ja tõstab üles pooltei-se-kahe kilomeetri kõrguse vesipüksi. Sarnanedes määratu suure elevandilondiga, imeb vesipüks endasse kõik, mis talle teele satub, ja kannab oma saagi peadpööritava kiirusega edasi. Häda sellele, kes niisuguse londi löögi alla jääb!

Maismaal teeb vesipüks sedasama. 1927. aasta suvel tekkis järvel Serpuhhovi linna lähedal suur vesipüks. Ta haaras oma londiga kaasa sajad tonnid vett, koos sellega aga ka kalu, tõstis selle kõik kilo-meetri kõrgusele ja kihutas keereldes linna poole.



*Võib sadada ka
niisugust vihma!*

Serpuhhovlaste suureks hämmastuseks sadas vihma, mis koosnes kokredest, haugidest ja latikatest... Sel päeval oli paljudel lõunaroaks tasuta kalaleem ja praetud kala.

Ükskord sadas Saksamaal vihma, mis koosnes lõhutud männipuudest: vesipüks haaras puuriida ja viis kütte inimestele otse koju. Aga juunis 1940. aastal kaasnes Gorki oblasti Meštšera külas vihmavalinguga ootamatult orkaan. Katuste pihta prõmmis haavlitena jämedat rahet. Ent see rahe ei olnud mitte taevast sadanud, vaid mündirahe. Vesipüks kiskus kuskil üles vanaaegse peitevara, tõstis müntidega täidetud savinõu õhku, siis aga puistas oma kandami koos vihmaga Meštšerale. Pärast vihma korjasid koolilapsed ja andsid

koduloomuuseumile üle umbes tuhat XVI sajandist pärinevat hõbemünti.

Seda kõike suudab orkaan, kui ta ohjeldamatult puhub.

Nõrka tuult õnnestus juba ammu taltsutada. Inimene pani tuule juba palju aastaid tagasi tööle. Puri — see on üks vanemaid leiutisi. Tuuleveskit tunti Hiinas viis aastatuhandet tagasi. Alles võrdlemisi hiljuti — 1836. aastal — keerutasid Hollandis oma tiibu kaksteist tuhat tuuleveskit, pumbates lakamatult vett maa madalate rajoonide päästmiseks üleujutusest. Tsaariaegsel Venemaal jahvatas külade ümbruses veerand miljonit tuulikut. Praegu töötab

sovhoosides ja kolhoosides mitukümmend tuhat täiustatud tuulemootorit — nad pümpavad vett, ajavad ringi dünamomasinaid, toodavad elektrienergiat.

Kuid on selge, et orkaan, s. o. tuul, mis puhub kiirusega rohkem kui kolmkümmend meetrit sekundis, ei ole eriti sobiv tagant lükkama purjelaeva või keerutama veski nagisevaid tiibu. See on ka arusaadav: orkaani puhul rõhub õhk pinna igale ruutmeetrile 90-kilogrammise, puhangute ajal aga kuni 230-kilogrammise jõuga! Pole vaja imestada, kui tuul kisub sajanditevanuseid puid kõige juurtega maa seest välja.

Vene teadlased I. I. Brounov, B. I. Sreznevski ja M. M. Rõkatšov lõid uue teadusharu — tuuleteaduse. Nad uurisid tugevate tuulte tekkimise põhjusi ja õppisid ennustama nende ilmumist.

Ometi ei ole kõik see, millest me rääkisime, käesoleva jutustuse pealkirjaga hästi kooskõlas. Tuul on küll kasulik, kuid orkaan kannab oma purustavatel tiibadel ainult õnnetust.

Ja ikkagi, kui inimene oli tundma õppinud rõõvelliku tormi harjumusi, oskas ta panna teda teenima ülesehitamise, mitte aga purustamise üritust.

Alistada tõelist orkaani, s. o. panna teda puhuma või mitte puhuma — selleks ei ole inimene seni veel võimeline. Kuid ta õppis tekitama kunstlikku orkaani, mis puhub torudes niisuguse jõuga, et ka kõige tugevam taifuun osutub selle kõrval süütuks tuulekeseks.

Milleks on siis niisugune orkaan inimesele vajalik?

Kunstlik orkaan aitab uurida tulevaste lennukite lennuomadusi, autode, reisirongivagunite ja teiste sõidukite voolujoonelisust. Selleks otstarbeks ehitatakse spetsiaalsed torud. Neid nimetatakse aerodü-

naamilisteks torudeks — kreekakeelsetest sõnadest «aer» — õhk ja «dynamis» — jõud. Nii nagu astronoomi peamiseks instrumendiks on teleskoop, nii on aerodünaamiku peamine töövahend aerodünaamiline toru.

Erinevalt suitsutorust ei asetata aerodünaamilist toru mitte püsti, vaid pikali — ta on horisontaal-toru. Nende torude jaoks ehitatakse tohutu suur hoone, masinaosakond ja kümned kõikvõimalikud laboratooriumid.

Kaasaegsed reaktiivlennukid liiguvad kiirusega, mis ületab helikiiruse, s. o. rohkem kui 340 meetrit sekundis. Et niisugust lennukit ehitada, on kõigepealt vaja katsetada selle mudelit aerodünaamilises torus. Selleks asetatakse mudel torusse ja tekitatakse selles ülivõimas torm.

Poeme (muidugi ainult mõttes) aerodünaamilisse torusse. Toru keskossa, spetsiaalse aparaadi juurde, mida nimetatakse aerodünaamilisteks kaaludeks, on üles riputatud tulevase lennuki mudel. Katsetaja signaali peale lülitab mehhaanik sisse ventilaatori mootori. Õhuvool tungib määratu suure kiirusega toru sisemusse ja puhub mudelile. On ju täiesti ükskõik, kumb liigub — õhk või lennuk. Mõlemal juhul kohtab lennuk või tema mudel õhutakistust. Aerodünaamilistes torudes on lennuki mudel liikumatu, liigub aga õhk.

Teadlased näevad aparaatide abil suurepäraselt kõike, mis toimub toru sisemuses. Aerodünaamilised kaalud määravad mudelile mõjuva õhutakistuse suuruse, arvukad isekirjutavad aparaadid registreerivad kohusetruult orkaanist ümbritsetud mudeli käitumise. Kui kõik vajalikud andmed on kokku kogutud ja üldistatud, arvutavad teadlased resultaadid ümber mitte enam mudeli, vaid juba tõelise lennuki jaoks. Nende arvutuste põhjal saab konstruktor

teada, mida on vaja muuta, et anda tulevasele lennukile kõige parem kuju.

Kogu maailmas on kuulsaks saanud meie reaktiivlennukid «Tu-104», «Tu-104A», turboreaktiivlennukid «Ukraina», «Tu-114» jt. Ka nende lennukite mudelid on omal ajal läbi teinud katsetamised aerodünaamilises torus.

Ameerika sõjaväeinsenerid ehitasid Tullahoma linnas aerodünaamilise toru, milles õhuvoolu kiiruseks on 3400 meetrit sekundis ehk 12 000 kilomeetrit tunnis. Toru ristlõige on peaaegu poolteist meetrit ja selles katsetatakse mitte reisilennukite ega võidusõiduautode, vaid lendavate mürskude ja aatomiraketide mudeleid.

Niisuguse gigantse liikumiskiiruse juures õhk kuumeneb tugevasti. Torus märatseb khamsin — palav kõrbetuul, ainult ta kiirus on sada korda suurem ja temperatuur kolmkümmend korda kõrgem.

Selleks et õhuvoolu jahutada, lastakse ta voolata läbi kõige peenema ava. Pilust väljuv õhk paisub väga kiiresti ja jahtub seejuures. Nüüd ei puhu juba enam khamsin, vaid blizzard, jääne Antarktise tuul, ainult torus on ta kümme korda külmem... Ja kõik on asjatu, jätkates liikumist endise kiirusega, kuumeneb õhk uuesti. Toru seinu tuleb ülemäärasest kuumusest lakkamatult jahutada. Jäise orkaani poolt soojendatud vesi kütab talvel soojaks kõik uurimisjaama ruumid.

Selleks et anda õhule niisugust gigantset kiirust, läheb vaja erakordselt võimsaid õhupuhureid. Tullahoma jaamas on õhupuhurite käitamiseks rakendatud elektrimootorite koguvõimsus viissada tuhat hobujõudu.

Hävltav puhang

Pinge tõusis äärmise piirini.

Seistes oma lahingupostidel, jälgisid inimesed teraselt aparaatide võnkuvaid osuteid. Kõrv püüdis kinni iga väiksemagi tsentraalpostist kostva heli, käed aga olid valmis käskluse ainsa sõna peale vajutama vajalikule kangile.

Nõukogude allveelaev väljus võitluspositsioonile, valmis torpeedolöögiga tabama üht Norra fjordi hiilivat hitlerlikku transpordilaeva.

«Vööri torpeedoaparaat, valmistuda!» kõlas käsklus tsentraalpostist.

See tähendas käsku valmistuda tulistamiseks.

Üks allveelaeva komandöre, kes seisis periskoobi okulaatori ees, teadis ja nägi, mis fjordi pinnal toimub ja kuhu on vaja juhtida laev, et torpeedo tabaks märki.

Tankide ja laskemoonaga koormatud vaenlase transpordilaeva tohutu suur hall kogu on periskoobi vaateväljas selgesti nähtav. Veel hetk — ja paadis müriseb kauaoodatud komando:

«Tuld!»

Allveelaeva vööriosa värahtas ja lõi kergelt kõikuma.

Torpeedo väljus aparaadist ja kihutas kiirust arendades transpordilaeva poole.

Mõnikümmend piinavat sekundit tundusid laeva meeskonnale terve igavikuna. Ja korraga kuulsid kõik selgesti kahekordse plahvatuse tumedat lööki — tabamus! Torpeedo tabas laskemoonaga lastitud kiiluruumi.

Kui allveelaeva komandör tõstis periskoobi, nägi ta kohal, kus veidi aega tagasi oli ujunud transpordilaev, ainult rususid.

Torpeedod on ähvardavaks ja võimsaks relvaks.

Piisab, kui ütelda, et Esimeses maailmasõjas uputasid allveelaevad torpeedodega üle saja sõjalaeva ja umbes kuus tuhat kaubalaeva.

Torpeedodega ei ole varustatud mitte ainult allveelaevad, vaid ka miiniristlejad. On olemas spetsiaalsed kiired torpeedokaatrid. Mere-lennuväe käsutuses on erilised torpeedolennukid.

Nüüdisaegsed torpeedod on tohutu suured väärtataolised mürsud pikkusega kuni kaheksa meetrit ja läbimõõduga üle poolteise meetri. Torpeedo ninas on peaaegu kuussada kilogrammi lõhkeainet. Kõige ees asetsevad detonaatorid. Torpeedo kaalub mitu tonni.

Selle iseliikuva mürsu sisemusse on peidetud arvukad keerulised aparaadid, seadised ja mehhanismid. Seal on ka pneumaatiline mootor, mis hakkab automaatselt tööle, kui torpeedo lahkub aparaadist ehk äraheiteseadeldisest. Torpeedo mootori võimsus ületab nelisada hobujõudu. Selleks et ta töötaks, on vaja õhku. Õhk pumbatakse aegsasti mürsu sisemuses asuvasse spetsiaalsesse reservuaari, mis võib välja kannatada kuni 200-atmosfäärilist survet.

Ilma suruõhuta ei liigu torpeedo paigast. Kui torpeedoaparaat ta välja paiskab, sööstab ta märgi poole rohkem kui sajakilomeetrise tunnikiirusega. August, mille torpeedo tekitab kaubalaeva pardasse, võib vabalt sisse sõita veoauto.

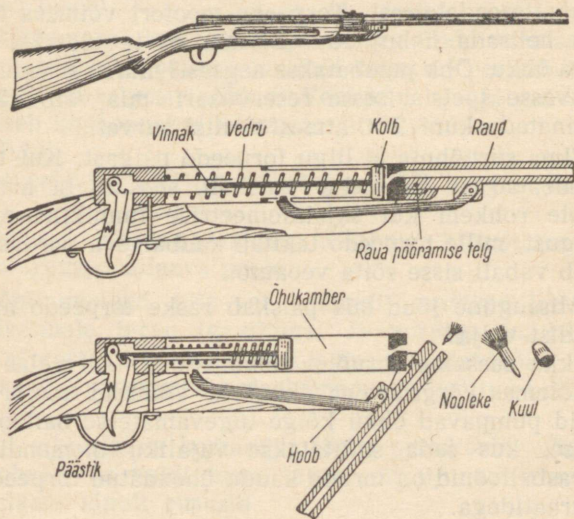
Missugune jõud siis paiskab raske torpeedo aparaadist välja?

Ikka seesama suruõhu rõhumisjõud. Allveelaeval on olemas kõrgsurvega õhuvõrk. Võimsad kompressorid pumpavad õhku kõige tugevamatesse balloonidesse, kus seda säilitatakse vajaliku momendini. Terasballoonid on torude kaudu ühendatud torpeedoaparaatidega.

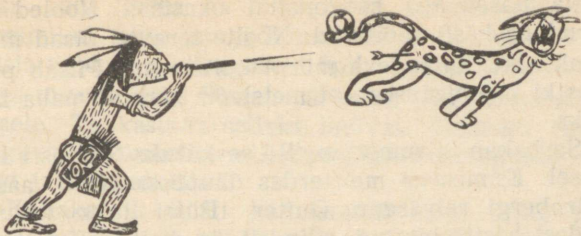
Nähtamatu meister on valmis iga hetk sööstma

aparaati, et torpeedot välja lasta. Ja kui tsentraalpostist kõlab komando «tuld!», avab torpedist meist-rile juurdepääsu torpedoaparaati. Võites pardata-guse vee takistuse, paiskab suruõhk torpeedo järsu tõukega vette. Niipea kui torpeedo on aparaadist lahkunud, avab spetsiaalne ventiil suruõhule juurde-pääsu torpeedo reservuaarist mootorisse ja mürsk jätkab iseseisvalt liikumist märgi suunas.

Suruõhk, mis heitis välja torpeedo, moodustab seejärel tohutu suure mulli. See mull on allveelae-vale äärmiselt ohtlik — ta reedab vaenlase laeva-dele paadi asukoha. Mulli asukoha järgi võivad mi-nilaevad avada tule, allveepaatide hävitajad aga kogu ohtliku rajooni üle külvata süvaveepommi-dega.



Nii on ehitatud õhupüss.



See riist on nn. sarbakan.

Muide, nii oli varem. Nüüd püütakse see mull viivitamatult kinni ja veepinnale ta enam ei tõuse.

Suruõhku kasutatakse allveelaevades väga laialdaselt. Võib julgesti öelda, et ilma nähtamatu meistrita ei oleks allveelaeva olemaski. Kuni sisepõlemis- ja elektrimootorite ilmumiseni töötasid allveelaevade mootorid suruõhuga. Kui oli vaja sukelduda, täitis laev oma ballastistsisternid veega, muutus raskemaks ja vajus vee alla. Kui oli vaja tõusta veepinnale, tõrjus suruõhk tsisternidest vee välja ja kerge-
nenud laev tõusis pinnale.

Suruõhu abil lastakse mitte üksnes torpeedosid välja, vaid tulistatakse ka püssidest.

Mõnede rahvaste juures maakera erinevates paikades kasutatakse õhkheiterelvi. Dajakid Borneo saarel nimetavad niisugust relva sumpitaniks. Brasiilia ja Guajaana indiaanlaste juures nimetatakse seda aga sarbakaniks. Sarbakan ja sumpitan on ehitatud peaaegu ühtemoodi. Relv koosneb kahest teineteise sisse asetatud bambustorust. Lühem torudest täidab kolvi ülesannet. Kui kütt, tõmmanud kopsud õhku täis, puhub sellesse torusse, hakkab kolb liikuma ja surub õhu pikemasse torusse. Suruõhk tõukab välja noole, nii nagu püssirohugaasid tõukavad kuuli.

Dajakid valmistavad nooli kõvadest palmilehtedest,

indiaanlased aga saagopalmi okastest. Nooled on torudega hästi sobitatud. Noolte teravad otsad määratakse kokku tugeva mürgi kuraarega. Piisab pistmastki kriimustusest, et metsloom surnult maha langetaks.

Sarbakan ja sumpitan olid eeskujuks õhupüssi loomisel. Esimesena meisterdas õhupüssi 1560. aastal Nürnbergi relvasepp Gutter. Püssi lukk kujutas endast hästisobitatud silindrit ja kolbi. Kui kukk vinna tõmmati, surus kolb õhu silindris kokku. Kui aga kukk lahti päästeti, liikus kolb suruõhu surve kiiresti edasi, andis kogu oma energia tinakuulile ja see lendas püssirauast välja.

Õhupüssid ei lase kaugele — kuuli lennukaugus on kõigest mõnikümmend meetrit. Kuid see-eest toimub lask peaaegu täiesti ilma müra ja sähvatuseta.

Veerandsajandi vältel — aastast 1790 kuni aastani 1815 — kuulusid Austria piirivalve relvastusse Girardoni süsteemi pneumaatilised püssid. Nad tulistasid mitte kaugemale kui kakskümmend meetrit.

Lasketiirudel võime õhupüsse praegugi veel kohata. Kuuliks on väike harjataolise metallist sulestikuga nooleke. Kui te juhtute niisugusest püssist laskma, siis pidage meeles, et selles püssis töötab suruõhuenergia, mis inimese tahtel hakkas peale kõige muu veel ka laskuriks.

Mängiv kompressor

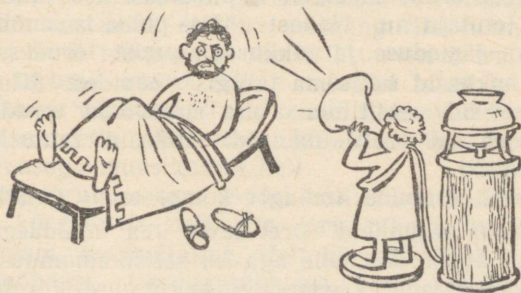
Muinas-kreeka filosoofil Aristoklesel, keda hüüti tema laialdaste teadmiste pärast Platoniks (kreeka-keelsest sõnast «platos» — lai), oli palju õpilasi. Umbes 387. aastal enne meie aja arvamist asutas Platon Ateenas kooli, mida nimetati «Akadeemiaks». Tema õpilaste hulgas oli palju hoolsaid õpi-

lasi, kuid leidis ka niisuguseid vedelvorste, keda hommikul mitte mingi hinna eest ei saadud voodist välja tirida. Et niisuguseid õpilasi sundida kiiremini üles tõusma, läks Platon pärimuse järgi välja kavallusele. Ta kasutas selleks laulvat, õigemini öelda, ulguvat äratuskella, millel puudusid igasugused vedrud ja signaalkellad.

Kellaks oli ilusti kaunistatud kast, mille peal asetses karikakujuline nõu. Kasti kõrval seisis signaalsarvega moosekandi vahast figuur. Täpselt määratud ajal hakkas moosekant sarve puhuma ja seejuures veel nii kõrvulukustavalt, et kauaks magama jäänud õpilased silmapilkselt voodist välja kargasid.

Ulguvaid kelli ei ehitanud Platon ise, need olid leiutatud juba muistses Egiptuses.

Saksa õpetlase Dils'i kirjelduse kohaselt on Platoni äratuskella ehitus järgmine. Ülemisse karikakujulisse anumasse kallatakse vesi. Peenikest toru mööda valgub see kasti sisemusse peidetud paaki. Paagi all on õhuga täidetud reservuaar. Kui vesi on täitnud paagi teatava kindlaksmääratud tasapinnani,



Kui Platoni äratuskell ulguma hakkas, kargasid ka kõige suuremad vedelvorstid silmapilkselt voodist välja.

langeb ta korruga mööda toru reservuaari ja surub kokku selles asuva õhu. Suruõhk tungib moosekandi sarve ja mängib äratust.

Vee hulk ülemises nõus oli arvestatud nii, et äratuskell hakkas tööle kuue tunni pärast — rohkem Platon oma õpilastele magamiseks aega ei andnud.

Kuna neis kellades aeglaselt paaki kogunev vesi korruga langeb reservuaari ja «jäljetult kaob», hakati neid kelli nimetama «klepsüdra», mis kreeka keeles tähendab «veevaras».

Platoni äratuskella sarv oli lühike ja jäme — heli tuli tugev ja madal. Pole imestamisväärt, et unimütsid kohe püsti hüppasid, kui klepsüdra kõrva ääres äkki metsikult ulguma hakkas.

Järelikult oli klepsüdra esimeseks pneumaatiliseks muusikariistaks.

Lihtsa juuksuri poeg, kreeka mehhaanik Ktesibios sai kuulsaks kummaliste mänguasjade ja mehhanismide suurepärase konstruktorina. Tema valmistatud mänguasjades avasid suruõhk ja vesi uksi, laulsid, panid kelli käima. Ktesibiosele kuulub nüüdisaegset orelit meenutava pneumaatilise muusikariista leiutaja au. Nahast lõõts puhus suruõhujoa erineva jämeduse ja pikkusega puust torudesse ja need hakkasid helisema kõigis toonides. Klahvid reguleerisid ventiilidena õhu sissevoolu torudesse, seepärast sai oreil mängida lihtsaid muusikalisi meloodiaid.

See oli esimene «mängiv kompressor» maailmas.

Möödus sajandeid. Orel levis üha laialdasemalt, esialgu kloostrites, siis aga ka seltskonnamuusikas. Vene XI sajandi kroonikates mainitakse «oreliheli- sid» ja «höbedasi oreleid». Muusikud ja heliloojad Bach, Händel, Glinka ja Serov mängisid ise orelit ja lõid sellele muusikariistale ka palju heliteoseid.

Alistudes inimese tahtele, mängib nähtamatu meister orelil pidulikke fuugasid ja koraale.

Kuni XIX sajandi lõpuni täitis orelites õhupuhuri ülesandeid nahast lõõts, mis alles käesoleva sajandi algul andis koha elektrilisele kokkusurumisseadeldisele.

Kaasaegne orel — see on suurim kõigist muusikariistadest. Flööti, viiulit ja isegi kontrabassi saab vutlarisse sulgeda. Orel aga mingisugusesse kesta ei mahu: pill ulatub tohutu suure saali põrandast peaaegu laeni ja on kõvasti vundamendi külge kinnitatud.

Astume edasi ja vaatleme orelit veidi lähemalt. Ees näeme vântade, nuppude ja käepidemetega varustatud juhtimispuhti. Õhk surutakse elektrikompressoriga kokku ja viiakse torusid mööda juhtimispuhdil asuvate klahvideni. Torud on valmistatud kas puust või spetsiaalsest metallisulamist. Klahvile vajutades avab muusik suruõhule juurdepääsu teatavasse torudegruppi või siis ühte kindlasse torusse.

Kes siis torus mängib?

Mängib torusse suletud õhusammas. Niikaua kuni õhusammast miski ei häiri, on mänguriist tumm nagu kala. Kuid nähtamatul meistril tarvitseb vaid tunnida torusse, kui ta täidab muusiku tahet ja paneb õhu torus võnkuma. Toru seinad hakkavad õhu võnkumise taktis vibreerima: kõlab kindlas toonis ja tugevusega muusikaline heli.

Igal torul on oma kindel heli. Mida lühem toru, seda kõrgem on heli. On toru pikem, tuleb heli madalam, bassikõlaline. Heli kõrgus sõltub ka toru läbimõõdust. Vaevukuuldavast kuni kõuetugevuse helini — niisugune on selle toreda mänguriista heliulatus.

Samuti on ehitatud ka harmoonium, vanaaegne

piaaniinoga sarnanev muusikariist. Kuid harmoonium on orelist tunduvalt väiksem, ja peale selle tuleb mängijal lõõtsaga õhku pumbates vahetpidamata jalgadega töötada.

On olemas ka teistsuguseid mängivaid kompressoreid, näiteks šoti torupill. See on pajupilli-taoline puutoru pikkusega 2—3 meetrit. Inimene ei puhu mitte otse torusse, vaid kaenla alla seotud nahksesse lõõtsa. Lõõts täidab reservuaari ülesannet, millest õhk satub torusse (nii nagu Platoni klepsüdraski). Torupill teeb venivat ühetoonilist häält; siit pärineb ka väljend «torupilli venitama» või «nahka vedama», s. o. lõputult venitama. Šotimaal on terved orkestrid torupillimängijatest.

Ehtsaks mängivaks kompressoriks võib täie õigusega lugeda harmoonikat. See on vana vene rahvapill. Harmoonikat täiustas 1870. aastal Tuulameister N. I. Beloborodov, vene muusik A. F. Orlanski-Titarenko andis sellele nimeks aga «bajaan» — muistse slaavi lauliku ja böliinade jutustaja Bajani nime järgi.

Bajaani kestaks on kõige tavalisema sepalõõtsa taoline lõõts, mida võib välja venitada ja kokku suruda.

Pilli mõlemas otsas on palju valgeid ja musti «nööpe» ja nuppe. Need on klahvid. Nende abil mängija avab või suleb klappe, mis juhivad õhu juurdevoolu. Iga klapp laseb õhku läbi ainult oma «häälele» — metallplaadikesele. Selle plaadikese üks ots on kindlalt liistu külge kinnitatud, teine võib aga vabalt võnkuda. Õhuvoolu survel hakkab plaadike vibreerima ja helisema. Mida lühem ja õhem ta on, seda kõrgema heli ta tekitab. Ja vastupidi, mida paksem ja pikem on plaadike, seda madalam on tekitatud heli.

Nüüd vaatame, mis sünnib, kui bajanist mõnele klahvile vajutades lõõtsa venitab. Klapp avaneb, lõõtsa poolt imetav õhk tungib avatud klapist läbi ja «hääle» hakkab helisema. Vajutades üheaegselt erinevatele klahvidele (mängimisel on ju mängija mõlemad käed tegevuses), mängib bajanist meloodiat. Kui pill on lõpuni välja venitatud, hakkab mängija seda nüüd kokku suruma. Lõõtsa sisemusse sattunud õhk täidab kogu lõõtsa ja on nagu püünises. Tal pole end kuskile peita. Hermeetilised seinad on läbitungimatud. Järelikult jääb üle üksainus väljapääs — «hääle» kaudu. Seega jätkab bajaan mängimist.

Tähendab, bajaan on universaalne riist, ta mängib ühtemoodi hästi nii õhu sisseimemisel kui ka väljatõrjumisel.

Suruõhk mängib edukalt akordionil (harmoonika eriliik), suupillil ja kõikidel puhkpillidel. Õhk mängib isegi trummis. Kui trummilööja lööb pulgaga vastu pinguletõmmatud eeslinahka (kõige paremad trummid saadakse nimelt siis, kui neile eeslinahk peale tõmmatakse), paneb ta selle vibreerima, võnkuma. Trummi sisemusse — hermeetilisse ruumi — on suletud õhk, mis võimendabki löögi heli. Selleks et nahk veel rohkem pingule tõmbuks, soojendatakse trummi enne mängima hakkamist ahju juures. Soojendamisest õhk trummi sisemuses paisub ja tõmbab naha veel rohkem pingule.

Nii sai nähtamatust meistrist muusik.

Kui me juba räägime suruõhust kui muusikandist, tuleb jutustada ka sellest, kuidas inimene suruõhu abil pani viiuli ja tšello puhkpilli mängima.

Palju aastaid tagasi kasutas inglise leidur Parsons suruõhku selleks, et panna vaskpuhkpilli kordama viiulil ja tšello mängitavat meloodiat. Tulemuseks oli täiesti ebatavaline pill.

*Nähtamatu meister pani
tšello pasunat mängima.*



Milles siis seisab selle imeliku leiutise olemus? Kui muusikant poognaga üle pillikeelte tõmbab, paneb ta need võnkuma ja helisema. Mida suurem on võnkesagedus, seda kõrgem on heli. Aga kuidas panna vaskpill keelte helisemist kordama?

Leiutise peamise osa moodustas eriseadis, mille Parsons nimetas «auksetofoniks». See on alumiiniumist heliaparaat, mis kinnitatakse viiuli pealiskatte (kõlalaua) külge. Aparaadist ulatub välja kaks kummitoru. Ühe kaudu voolab auksetofoni suruõhk, teine toru ühendab auksetofoni vaskpuhkpilliga.

Viiuldaja tõmbas poognaga — ja kõlas imeilus muusika. Võnguvad pillikeeled ja pealiskate (kõlalaud). Võnkumine kandub edasi auksetofoni. Viimasel on kummist ventiil. Ventiili üks ots sulgeb pasunasse viiva toru, teine liibub aga tihedalt viiuli pealiskatte (kõlalaua) vastu. Mängimise ajal pealiskate (kõlalaud) vibreerib, selle võnked kanduvad edasi ventiilile ja panevad viimase pillikeelte ja kõlalaua võnkumiste taktis kord tõusma, kord langema. Avaneb pilu rohkem — satub torusse rohkem õhku. Nii saadetakse suruõhk tõugetena auksetofonist puhkpilli ja pasun kordab täpselt mängitavat meloodiat. Et pasun mängiks kõlavamalt, paigutas Parsons selle kõrgele puust alusele.

Nii nagu erk kõrv tabab auksetofon viiuldaja poolt sünnitatud helide kõik varjundid ja saadab need silmapilkselt suruõhu annustena kummivoolikut mööda vaskpasunasse. Sealt aga kostab viiuli laul.

Parsons demonstreeris oma imeväärset muusikariista Londonis. Seda võiks nimetada õieti pasuna ja viiuli hübriidiks. Parsons ühendas samuti tšello ka puhkpilliga, ja nähtamatu meister mängis pasunal väga edukalt ära ka tšelloloo.

Nii pani inimene viiuli suruõhu abil pasunat mängima.

Kolmas peatükk

Päästja osas

Inimene vee all

Oli suurepärase juuliõhtu 1926. aastal. Novorossiiski rannasõidusadama seina taga kõlasid valsihelid. Tantsupõrandal keerlesid paarid. Noorus lõbutses pärast tööpäeva. Mitu vana meremeest istusid piipu popsutades muulil.

Kõige suurema lõbu hetkel ilmus otse merre laskuva trepi kiviastmetele roheline vaskses kiivris kohevil monstrum. Astudes raskelt oma puudaste saabastega ja lohistades enda järel pikka voolikut, läks koletis ühe neiu juurde, tegi sellele kohmaka kummarduse, keerutas jahmunud partneriga ringi, kummardas uuesti ja, vaevaga mööda kivist treppi alla laskunud, kadus veesügavusse. Ainult mullid pulbitsesid kohas, kus ebatavaline tantsija kadus vette...

Merekoletis osutus kõige tavalisemaks tuukriks. Lõbustuste tuhinas ei märganud keegi, kust ta ilmus. Ainult taadid pilgutasiid üksteisele kavalalt silma ja tossutasid oma piibunosudega endisest hullimini. Meremeestele muulil oli lähedalseisev tuukripaat hästi nähtav. Paadi tekil keerutasid pumbamehed pumbaratast, andes õhku oma seltsimehele, kes tantsijate üle oli otsustanud nalja heita.

Inimene pole kala ja ei saa vees elada. Ilma spetsiaalse varustusega ei ole võimalik pikemaks ajaks vee alla laskuda. Seepärast meenutaski ootamatult veest väljaroninud tantsija rohelist koletist: tal oli seljas eriline tuukriülikond.

Ilma nähtamatu meistri abita oleks kestvam vee alla laskumine ja sügavuses töötamine jäänud unistuseks. Lühikeseks ajaks sukeldumisel ei vajata mingisugust spetsiaalset varustust. Pärliotsijad sukelduvad merepõhja ilma igasuguste seadisteta. Kogenud pärliotsijad suudavad merepõhjas viibida isegi mitu minutit. Kuid hoopis teine asi on laskuda pikemaks ajaks vee alla ja seal töötada kas või näiteks uppunud laeva ülestõstmisel. Neil juhtudel on hädavajalik spetsiaalne tuukrivarustus.

Kaasaja tuukri käsutuses on kaks liiki ülikondi. Üks neist on valmistatud kummeeritud riidest, see on nn. kerget tüüpi tuukriskafander. Niisuguse skafandri abil saab laskuda kuni 100 meetri sügavusse. Kuid pehmed skafandrid ei suuda veesurvele vastu panna. Veesurve on seda suurem, mida sügavamale sukeldub tuuker: iga kümne laskutud meetri järel suureneb vee surve ühe atmosfääri võrra. Tähendab, pehme skafander ei suuda inimest kaitsta selle surve eest ja surve kandub üle organismile. Rinnakorv surutakse kokku, hingamine osutub suures sügavuses võimatuks. Järelikult on tuukrile vaja anda mitte tavalist, vaid teatava rõhuni kokkusurutud õhku. Missugune on see rõhk? Õhku on vaja niipalju kokku suruda, et ta tasakaalustaks vee surve. Organismi siserõhk võrdsustatakse rõhumisega väljastpoolt.

Teine asi on kõva skafander. See «ülikond» on ömmeldud paksust terasest. Ta kaitseb tuukrit kindlalt vee hävitava surve eest. Niisugusesse ülikonda rõivastunud inimene ei pea hingama suruõhku, vaid

talle antakse vooliku kaudu normaalrõhuga õhku. Kuid see-eest on jäigal skafandril suured puudused: ta muudab tuukri paindumatuks ja kohmakaks. Töötada tuleb terassilindrist väljaulatuvate eriliste näpitsate abil. See piirab tublisti tuukri liigutamisvabadust. Teisest küljest saab kõvas skafandris sukelduda aga palju sügavamale kui pehmes.

Kui algasid esimesed sügavsukeldumised, haigestusid tuukrid mingisse tundmatusse raskesse ja pikaajalisse haigusse. Milles oli siis asi?

Teatakse elusolendeid, kes elavad tohutu suurtes sügavustes. Makrurus-kala on harjunud elama näiteks 300 meetri sügavuses. Merehaug puged veelgi sügavamale — 600 kuni 900 meetrile. Jälitajate eest põgenev haavatud vaal sukeldub mõnikord 750 meetrini. Lõpuks tunneb teadus niisuguseid mereelukaid, kes elavad isegi kümnekilomeetrises sügavuses.

Kuidas aga suures sügavuses käituvad maismaa elanikud?

Teadlane Paul Baer paigutas hermeetiliselt suletud nõusse — niinimetatud barokambrisse — koera ja tuvi ning hakkas sinna õhku pumpama. Läbi paksu klaasi jälgis teadlane elusolendite käitumist. Manomeetri pulseeriv osuti peatus number «8» juures. Koer ja tuvi istusid barokambris üliarahulikult. Kümneatmosfäärilise rõhu juures hakkasid nad viskama, kuid 17-atmosfäärilisel rõhul surid.

Nende katsete põhjal veendus teadlane, et tugevasti kokkusurutud õhk mõjub kahjulikult lindude ja koerte organismile. Aga kuidas käitub niisugusel puhul inimene? Kuidas reageerib tema organism õhurõhu mõjule? Selleks et vastata neile küsimustele, vajati mitte üksnes arvutusi, vaid ka katseid ja katseid just inimestega. Ilma katseteta oleks

meresügavuste vallutamine olnud võimatu, seda enam, et paljud tuukrite sukeldumised merede põhja lõppesid üha sagedamini ja sagedamini traagiliselt.

1915. aastal uppus 60 meetri sügavuses ameerika allveelaev. Tuuker, kes laeva uurimiseks alla lasti, jäi kalapüünistesse kinni. Kuidas ta ka ei pingutanud, et vabaneda, kuidas ka ei sikutanud signaalnööri — kõik oli asjatu. Meri hoidis oma vangi kõvasti kinni. Tuuker veetis meresügavuses tervelt kolm tundi, kuni tal lõpuks õnnestus tross vabastada. Ta tõmmati viivitamatult üles. Mõne minuti pärast haigestus tuuker ägedasse kopsupõletikku ja pääses hädavaevu eluga.

Möödus kaks aastat. Inglismaal laskus vee alla noor terve tuuker. Ta pidi üles otsima 50 meetri sügavuses oleva miinitõkke. Olles merepõhjas viibinud üldse nelikümmend minutit, tundis tuuker end üheksa minutit pärast pinnaletõusmist halvasti, veel seitse minutit hiljem aga suri. Meditsiinilise lahkamise aktis oli öeldud: «... südames, maksas, põrnas ja kogu tõmbsoonestikus leiti suurtes kogustes õhku.»

Seega tuli välja, et suruõhk, mida tuuker sügavuses hingas, osutus taolistel juhtudel kas lausa mõrvariks või siis raskete haiguste põhjustajaks.

Saksa insener Stelzner ja tuukriasjanduse instruktor läksid barokambrisse, et suruõhu toimet oma nahal järele proovida. Rõhk kambris tõsteti kaheksale atmosfäärile. See tähendab aga täpselt sedasama, mis laskumine 80 meetri sügavusse. Niisuguses «sügavuses» veetsid Stelzner ja tema seltsimees üldse 10 minutit. Stelzner proovis barokambris katseks paberossi suitsetada. Kuid ta ei jõudnud veel kahte mahvigi teha, kui pabeross oli nagu tina tuhka kadunud: hapnik oli nii tugeva toimega, et paber

põles ära momentaanselt, tubakas jäi aga peaaegu puutumatuks.

Hingata oli barokambris raske; läbi nina hingata oli võimatu. Suu tuli pärani ajada, et tõmmata endasse tihedat õhku. Prooviti rääkida — kõne kostis nagu läbi nina, pudikeelsena, teineteisest aru saada ei suudetud. Stelzner üritas kord ka vilistada, kuid sellest ei tulnud midagi välja: kopsud ei suutnud ületada rõhumist väljastpoolt. Stelzneri seltsimees laskis kukkuda taskuräti. Kaua aega heljus tükike riidet kokkusurutud õhus, enne kui loiult põrandale langes.

Lõpuks andis Stelzner signaali. Rõhk barokambris hakkas kiiresti langema, kuid inimesed ei suutnud sellest väljuda. Liigestes ja rinnas algasid teravad, torkavad valud. Tuli kiiresti uuesti «sügavusse» sukelduda, s. o. tõsta barokambris rõhku. Ainult aeglane, järkjärguline rõhu alandamine võimaldas Stelzneril ja tema seltsimehel õnnelikult «meresügavusest» lahkuda.

Nad viibisid barokambris üldse kümme minutit. Kuid tuli kannatada kümme pikka tundi, enne kui suruõhu kahjulik mõju organismile oli täielikult kõrvaldatud.

Pärast kauakestvaid otsinguid, uurimusi ja riskantseid katseid õnnestus välja selgitada, et veri ja inimorganismi koed rõhu all suures sügavuses küllastuvad hapnikust, lämmastikust ja süsihappegaasist. Suurtest sügavustest peab inimesi aeglaselt üles tõstma, et anda võimalusi kudedes lahustunud gaasidele järkjärguliseks eraldumiseks. Vastasel korral eralduvad lahustunud gaasid, eriti lämmastik, väga kiiresti mullide kujul ja võivad kas täielikult või osaliselt ummistada veresooneid. See haigus sai nimeks kessoonitõbi. Esimesena märkas seda 1820. aastal vene arst Gomel nende tööliste juu-

res, kes viibisid pikemat aega kessoonides suruõhuatmosfääris — niisugused spetsiaalsed kambrid tehti sildade ehitustel. Kui töölised väljusid kiiresti kessoonidest maapinnale, nad haigestusid.

Niipea kui nende ohtlike nähtuste põhjused kindlaks tehti, leiti ka vahendeid, kuidas võidelda suruõhu kahjuliku mõjuga inimorganismile. Nüüd ei pumbata tuukrile enam harilikku õhku, vaid kunstlikult valmistatud hapniku ja heeliumi segu. Heelium lahkeb organismi kudetest palju kiiremini. Nüüd tuntakse täpselt ka reegleid, kuidas peab tuukreid suurtest sügavustest üles tõstma. Enam kessoonitõbe peaaegu ei esine. Veealuste meistrite vaenlasest muutus nähtamatu meister nende abiliseks ja meresügavuste vallutamine liikus seitsmepenikoorma saabastega edasi.

Laevaõnnetuskohale saabus grupp tuukreid. Madrus tõmbas selga villase pesu, seejärel aitavad selt-simehed tal pugeda tugevasse kummeeritud riidest tunkesse. Kummisärgi ülaosas on vaskne rinnakaitse, niinimetatud manisk. Tuukrile pannakse pähe vaateklaasidega varustatud ümmargune vaskkiiver, mis kruvitakse maniski külge tugevasti kinni. Seljale ja rinnale riputatakse tinast raskused, jalga pannakse tinataldadega saapad.

Niisuguses mundris kaalub tuuker maapinnal 160 kilogrammi, vees aga ainult 10 kilogrammi. Arhimedese seaduse järgi kaotab tuuker oma kaalust sama palju, kui kaalub tema poolt väljatõrjutud vesi.

Tuuker võötatakse tugeva trossiga. Kiivri külge kinnitatakse kummivoolik ja telefonikaabel. Nüüd on kõik valmis — võib sukelduda. Õhupump töötab. Tuuker hakkas vee alla laskuma, algul mööda redelit, siis aga trossi otsas. Seejuures lendavad tuhanded mullikesed üles merepinnale.

923 m
Beebe



1360 m
Barton



3150 m
Piccard



4050 m
Houot ja Villm



*Inimene tungib üha
sügavamale ja süga-
vamale ookeani.*

See ülkond ongi pehme tuukriskafander, millest me juba rääkisime.

Suurimaks sügavuseks, mida kõvas skafandris on saavutatud, on 200 kuni 250 meetrit.

Tunduvalt sügavamale sukeldus inimene paksude seintega teraskeres — hüdrostaadis ehk batüsfääris (kreeka keelsetest sõnadest «batüs» — sügav, ja «sfäär» — kera). Ameerika teadlane William Beebe jõudis 1934. aastal batüsfääris 923 meetri sügavusele.

Šveitsi teadlasele Auguste Piccard'ile (kuulus stratosfääri uurija) näis saavutatud sügavus mitteküllaldasena. Ta ehitas «veevaluse dirižaabli» — batüskaafi (kreeka keelest, sõna «batüs» — sügav, «skaaf» — laev), ja sukeldus sellega Vahemeres 3150 meetri sügavusse.

See teade ei jõudnud veel maailmas levida (Piccard sukeldus 1953. aasta suvel), kui leidis veel julgemaid inimesi. Prantslased Houot ja Villm sukeldusid batüskaafis rohkem kui nelja kilomeetri sügavusse!

Erinevalt pehmetest ska-

fandritest, milles inimene saab töötada, sobivad batüsfäär ja batüskaaf ainult vaatluste teostamiseks. Kuid kõikidel sukeldumisjuhtudel on julgete mees- tega nähtamatult kaasas ka õhk.

Mere päästeasjanduses leidis suruõhk väga laialdase rakendusala. Näiteks uppus allveelaev. Pääste- laevalt pumbatakse sinna õhku, mis ventileerib laeva ruume ja hoiab hättasattunud meremehi elus. Suruõhk tõrjub üleujutatud ruumidest vee välja, muutes laeva kergemaks ja aidates tal veepinnale tõusta. Töödel merede või jõgede põhjas, näiteks paisude, tammide, muulide ja teiste hüdrotehniliste ehituste juures, kasutavad tuukrid mitmesuguseid pneumaatilisi tööriistu. Nähtamatu meister raiub, lõikab, saab ja puurib ka vee all.

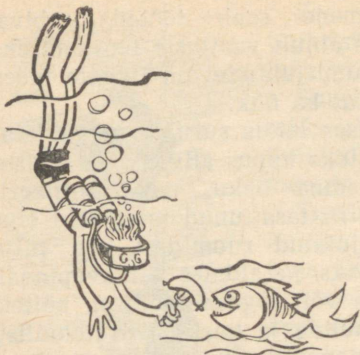
See loetelu, mida nähtamatu meister oskab mere- asjanduses teha, ei ole veel kaugeltki ammendatud.

Võib-olla, et paljud teist on näinud suurepäraselt nõukogude filmi «Vaikses ookeanis», laiaekraanilist prantsuse filmi «Kakskümmend minutit vee all» ja Itaalia filmi «Sinine manner». Kõigis neis näida- dakse, kuidas inimesel on õnnestunud kalaks muun- duda. Ujujal on peas läbipaistev kiiver, jalas aga kalasabataolised loivad. Inimene sukeldub mere- põhja, luusib seal ringi nagu oma kodus, õrritab isegi polüüpe ja haikalu...

Millega «inimkala» vee all hingab?

Muidugi mitte lõpustega, sest neid tal pole. Sukelduja hingab erilise aparadi — akvalangi — abil (ladina keeles — veealused kopsud). Ujuja sel- jale on kinnitatud terasballoonid. Neisse pumbatakse suruõhk. Pähe pannakse läbipaistev kerge kiiver, mis on nõtkes kummivooliku abil ühendatud balloo- nidega. Tarvitatud õhu laseb ujuja eri ventiili kaudu välja.

Paljudes tänapäeva laevades on olemas spetsiaal-



sed päästevestid. Need valmistatakse kummist. Vajaduse korral saab vesti või siis niisugust pirni, nagu on pulverisaatoril, kiiresti täis puhuda ka suuga. Õhk täidab päästevesti, paisutab teda ja see hoiab inimest veepinnal.

Samuti täidetakse suruõhuga kummipaate ja -parvekesi. Neid kasutatakse päästevahenditena laevadel ja lennukitel, samuti tarvitavad neid sapöörid. Prantsuse arst Bombard ületas täispuhutavas kummipaadis Atlandi ookeani...

Täie veendumusega võib ütelda, et nähtamatu meistri ja teiste võimsate abilistega õnnestub inimesel aja jooksul tungida ka kolossaalsete ookeanisügavike põhjani.

Merekülaline «Sadko»

See juhtus 20. juunil 1916. aastal. Uhiuus, just nagu nõelasilmast tulnud jäälõhkuja «Sadko» liikus Valges meres Kandalakša lähel. Ahtri taga kobrutas hall vaht, mida tekitasid laevakruvi võimsad labad. Silmitsedes tähelepanelikult madalaid kaldaid, pidas

sillal vahti kapten ise. Aeg-ajalt heitis ta tüürimehele lühikesi katkendlikke käsklusi. Peatselt hakkasid kauguses vilkuma mingid tuled. Kapten käskis kaldale pöörata. Tüürimees keeras kuulekalt tüüriratast, ja siis kajas hirmuäratav löök . . .

«Sadko» pörkas täiskäigul vastu veealust kivi, purustas põhja ja uppus kiiresti. Inimesed pääsesid luupidega.

Tervelt seitseteist aastat lebas «Sadko» külma Valge mere põhjas.

1933. aastal ilmusid jäälõhkuja hukkumispäigale Erilaadiliste Veealuste Tööde Ekspeditsiooni töötajad — vaprad meresügavuste vallutajad. Üksteise järel laskusid tuukrid põhja, et üle vaadata kahekümne viie meetri sügavusse uppunud jäälõhkujat.

Selgus, et «Sadko» lamab kivisel põhjal. Uuriti hoolikalt auku, tehti kindlaks selle mõõtmed ja asend. Tuukrite poolt merepõhjast toodud andmete alusel koostasid laevainsenerid plaani jäälõhkuja päästmiseks.

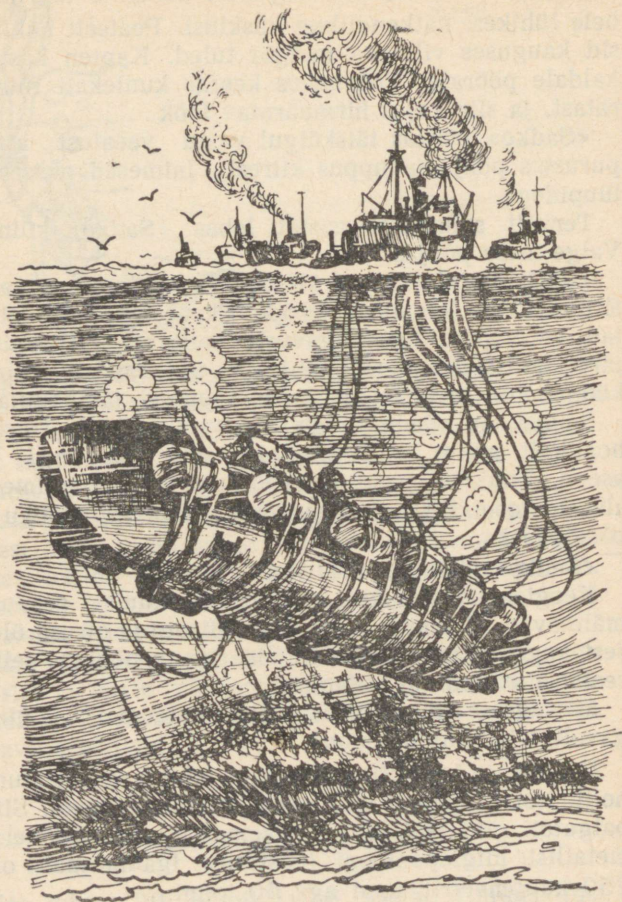
«Sadko» otsustati üles tõsta õhu abil.

Keegi neist, kes veel Arhimedese kuulsat seadust mäletavad, ei imesta inseneride niisuguse otsuse üle, sest kogu «Sadko» ülestõstmise plaan põhines selle seaduse arukal rakendamisel.

Missugune oli siis päästeekspeditsiooni poolt hiilgavalt täideviidud plaan?

Jäälõhkuja kere alla merepõhja tehti kaksteist tunnelit. Neist tõmmati läbi paksu lehtterase ribad. Siis paigutati piki jäälõhkuja mõlemat parrast kaksteist metallist hiiglapontooni (tsisterni). Igaühe maht oli 250 kuupmeetrit, kaal aga 50 tonni.

Kõik pontoonid täideti veega ja uputati «Sadko» kõrvale. Kui pontoonid merepõhjas lebasid, seotid nad väga tugevasti kinni teraslintide külge, mille otsad jäälõhkuja põhja alt välja ulatusid.



Pontoonid klammerdusid surmahaardes jäälõhkuja külge ja tõstsid ta vastupandamatu jõuga üles...

Kui see oli tehtud, hakkas suruõhk jäälohkujat üles tõstma. Kompressorid ajasid seda voolikut mööda tsisternidesse. Suruõhu mõjul hakkas vesi tumeda urinaga tsisternidest lahkuma. Kompressorid töötasid üha pingelisemalt, suruõhk pressis üha tugevamini ja ajas spetsiaalseid ventiile (kingstoneid) mööda välja jonnakat vett. Valge meri kobrutas ja kees, raevutses nagu verejanuline metsloom, kelle käp-pade vahelt saak ära kistakse.

Kuid tsisternid klammerdusid surmahaardes jäälohkuja külge ja tõmbasid selle vastupandamatu jõuga üles.

Seejärel...

Muide, kaldume minutiks kõrvale ja tegeleme lihtsate aritmeetiliste arvutustega, et mõista, kuidas kerge õhk suutis merepõhjast üles tõsta pea-aegu 2000-tonnise jäälohkuja.

Iga pontooni mahtu me teame — 250 kuupmeetrit. Seega tõrjus pontoon Arhimedese seaduse kohaselt välja 250 kuupmeetrit ehk 250 tonni vett. Pontoon ise kaalus 50 tonni, järelikult oli pontooni tõstejõud:

$$250 - 50 = 200 \text{ tonni.}$$

Pontoone oli kokku 12. Kokku oli nende tõstejõud

$$12 \times 200 = 2400 \text{ tonni.}$$

Kokkuvõttes võime öelda, et kõigi pontoonide tõstejõud ületas tunduvalt jäälohkuja kaalu.

Nüüd lahendame veel ühe lihtsa ülesande. On vaja teada, missuguse rõhuni tuli õhk kokku suruda, et see suutis 25 meetri sügavusse uputatud pontoonidest vee välja tõrjuda.

On teada, et iga 10 meetri järel veesurve kasvab ühe atmosfääri võrra. Täheandab, 25 meetri sügavuses on veesurve

$$25 : 10 = 2\frac{1}{2} \text{ atmosfääri.}$$

Ei tohi unustada ka välisõhu rõhumist, s. o. peame lisama veel ühe atmosfääri. Kokku saame

$$2\frac{1}{2} + 1 = 3\frac{1}{2} \text{ atmosfääri.}$$

Kompressorid pumpasid õhku 4-atmosfäärilise rõhu all — s. o. mõninga ülejäägiga. Kergenenud pontoonid tõusid hiiglaajõuga veepinnale ja kiskusid kaasa ka teraslintide süleluses oleva laeva.

Kuid Erilaadiliste Veealuste Tööde Ekspeditsiooni töötajatele ei saanud võit siiski kergelt. Meri ei tahtnud oma vangist lahkuda. Kuulake, mida kirjutab oma mälestustes päästeekspeditsioonist osavõtja Erilaadiliste Veealuste Tööde Ekspeditsiooni peainsener T. I. Bobritski: «Enne kui saavutati edu, toimus neli avariid. Oodates pingeliselt laeva, nägime kolm korda jäälohkuja asemel pontoone ja katkenud, madudena vingerdavaid voolikuid lainete kaoses ja vahus välja paiskuvat. Kaks korda ilmus jäälohkuja nähtavale ja kadus uuesti meresügavusse, enne kui ta lõplikult veepinnale jäi.»

Suruõhk töötas eeskujulikult ka tanklaeva «Sungari» päästmisel. 1957. aasta algul lahkus laev naftalaadungiga Petropavlovskist Kamtšatkal oma järjekordsele reisile. Diisliid töötasid rütmiliselt. Ahtri taga lookles valge paelana vahutav vesi. Tanklaev möödus Lopatka ja Sopotšnõi maaninadest. Äkki kostis kohutav krigin. Tugev tõuge pani kogu laeva kere vabisema ja masinad peatusid.

Tanklaev istus kivisele madalikule.

Meeskonna katseid madalikult pääsemiseks ei krooninud edu.

170 laevapõhjas oleva augu kaudu tulvas tanklaeva sisemusse vesi. Merevee ja nafta segu täitis kiiresti kõik laevaruumid. Laeva ähvardas hukkumine . . .

Tuli kiiresti välja kutsuda päästeekspeditsioon. Tuukrid laskusid põhja ja uurisid laeva keret.

Aukude sulgemine oli võimatu. Siis otsustati tanklaeva päästmiseks rakendada teist päästmisviisi — puhuda läbi vigastatud laevaruumide suruõhk.

Algul päästeti nafta. See on veest kergem ja kerkis pinnale. Mootorikütus pumbati juurdesõitnud pargasele ja saadeti kaldale.

Siis lasti vigastatud laevaruumidesse suruõhk. Nähtamatu meister hakkas vett välja tõrjuma. Kompessorid hoidsid laevaruumides pidevalt vajaliku õhurõhu ja veel tuli õhu surve taganeda. Vee rõhk ei suutnud ületada õhu rõhku ja seetõttu teda enam laevaruumidesse ei voolanud. Tanklaev kerkis pinnale. Puksiirid vedasid ta ohtlikust kohast eemale kalda äärde.

Laeva ümber pulbitsesid tiheda seinana mullid: see oli laevaruumidest lakkamatult vett välja tõrjuv suruõhk, mis merepinnale tõusis. Laev jõudis õnnelikult sadamasse.

Vigastatud laevaruumidesse tekitatud «õhupadjakeste» abil õnnestus tanklaev «Sungari» hukkumisest päästa.

Lainete taltsutaja

Lõvide, tiigrite või karude taltsutaja — see on elukutse, mis on enam-vähem kõigile tuntud. Aga ookeanilainete taltsutajast ei ole arvatavasti paljud kuulnud. Oleks huvitav teada, kas ta kasutab ookeani vaigistamiseks vemmalt või meelitab teda suhkruga?

Mitmesuguste merelainete taltsutajate hulka loetakse ka kõige tavalisemat õhumullikest. Temast me jutustamegi.

Palju kergem on toime tulla ükskõik missuguse metsloomaga kui merelainega. Vahetpidamata kaldale veeredes, tamme, kaisid ja kaldapealseid uhtes ja purustades häirib ta lakkamatult merepinda.

Ookeanilaineid taltsutab kivist või puust muul, tõkestades neile sissepääsu sadamasse. Tumeda mühinaga veerevad lained vastu muuli võimsat seina ja pihustuvad halliks tolmuks.

Muulid ja tammid kaitsevad sadamaid ja teisi tähtsaid ehitusi. Meri aga uuristab ja purustab halastamatult inimese poolt vaevaga püstitatud kivist kaitsebastione.

Ookeanilained pörkavad tohutu jõuga vastu takistusi. Zeebrügge (Belgia) sadamamuuli ehitamisel paiskasid lained ümber kivimassiive kogukaaluga kuni 4500 tonni! Ühest Alžeeria (Põhja-Aafrika) muulist rebis laine välja ja virutas kaheksa meetri kaugusele sajatonnise kivipanga. Tugeva tormi ajal nihutasid lained paigast Odessa muuli 13-tonniseid kive, nagu oleksid need laste mängukuubikud.

Atlandi ookeani avarustel paiskuvad lained takistustele 30-tonnise jõuga tõkke pinna iga ruutmeetri kohta! Tuapse sadamas Mustal merel ulatub lainete löögijõud mõnikord kuni kuue tonnini pinna iga ruutmeetri kohta. Ei ole vaja imestada, kui mõnikord pärast niisugust purustavat lööki muuli võimsast kiviseinast sõna otseses mõttes jääb järele ainult märg laik.

Ühesõnaga, mitte taltsutaja ei taltsuta metslooma, vaid vastupidi, metsloom — taltsutajat.

Puust muulid on palju odavamad kui kivimuulid, aga ka palju väiksema vastupidavusega. Kuidas ka puud ei tõrvataks, vees ta mädaneb ja putukad-mädamailased närivad ta läbi. Kivist muulid on palju tugevamad ja pikema eaga, see-eest aga ka palju kallimad. Suurtest kividest laotud kaitsemüüri meeter läheb maksma 50 000 rubla. Kui kivimuuli pikkuseks oleks ainult viissada meetrit (see on väike muul, leidub ka poolteise- ja kahekilomeetrise muule), siis on niisuguse ehituse maksumus kaks-



Õhumullike merelainete vaigistajana.

kümmend viis miljonit rubla, selle ehitamiseks kulub aga aastaid.

Kuidas rajada efektiivseid lainemurdjaid küllalt kiiresti ja odavalt, seejuures aga ilma puu ja kivideta? Inimene mõtles juba ammu niisugusest tehnilisest probleemist, kuid kaua aega ei õnnestunud tal sellele rahuldavat lahendust leida. Nagu tehnikas vahel on, aitas asjale kaasa juhus.

1907. aastal ehitati Ameerikas ühe jõe põhja alla tunnelit. Sillal seistes vaatles noor insener Brasher mööduvaid laevu. Ta märkas, et veepinnale kerkib hulgaliselt õhumullikesi (nagu pärast selgus, imbus veealusest tunnelist mingi pilu kaudu suruõhku läbi). Brasheril pilgule ei jäänud märkamatuks, et kohas, kust äsja laev läbi läks, vaigistasid kerkivad mullid laeva poolt tekitatud lainetuse. «Tähendab, õhk on võimeline laineid vaigistama,» taipas Brasher.

Aasta pärast teatas reklaam uue firma tekkimisest: «Brasher ja Kompanii. Pneumaatilised lainemurdjad.» 1908. aastal ehitas Brasher Atlantic City lahte esimese pneumaatilise lainemurdja, et ninimeetatud «Miljonitammi» lainete eest kaitsta. Õhumullid vaigistasid tugeva murdlainetuse niivõrd, et sellest ainult kerge kahjutu virvendus tammini jõudis.

Veidi hiljem seati San-Pedro naftasadamasse Kalifornias üles veel üks pneumaatiline lainemurdja.

Lahe põhja asetati läbipuuritud (aukudega) torud. Kaldal asuvast kompressorijaamast pumbati torudesse suruõhku. Sadama sissepääsu juures kerkis merepõhjast üles õhumullidest sein. Niipea kui lained jõudsid õhumullidest takistusribani, nad hajusid.

Esimene pneumaatiline lainemurdja Nõukogude Liidus ehitati 1930. aastal Kaspia merre Turalinski kalatehaste kaitseks. Merepõhja asetati 45 meetrit kolmetolliseid torusid viiemillimeetriste aukudega, mis olid puuritud iga 15 sentimeetri järele. Torudesse andis õhku kaldal asuv kompressorijaam. Kuid see katse ebaõnnestus: suruõhu rõhust (0,4 atmosfääri) ei piisanud murdlainetusega konkureerimiseks.

Viie aasta pärast ehitati pneumaatiline lainemurdja ka Mustal merel. Siin asetati lahe põhja peaaegu sada meetrit torusid. Need torud olid jämedamad kui Kaspia mere lainemurdja omad — neljatollised. Neisse puuriti neljamillimeetrised augud iga 10 sentimeetri järele. Suruõhku anti kaldal asuvast kompressorijaamast $7\frac{1}{2}$ -atmosfäärilise rõhu all. Katset kroonis täielik edu. Ja sugugi mitte sellepärast, et insener, kes ehitas lainemurdja, oleks ära «mõistatanud», missuguseid torusid kasutada ja missuguseid auke on neisse vaja puurida, vaid sellepärast, et lainemurdja ehitamisele eelnesid piinlikult hoolikad arvestused ja rohked katsed proovibasseinis. Tulemuseks oli, et lahe poolteise meetri kõrgused lained summutati õhumullide poolt.

1955. aastal ehitati Balti merre pneumaatiline lainemurdja. Seitsmeatmosfäärilise rõhuga suruõhk vaigistas meetrikõrgused lained momentaanselt.

Muidugi, võrreldes mõttes muuli võimsat kivi-müüri pneumaatiliste lainemurdjate auklike torudega, eelistad tahtmatult kaljuga sarnanevat impo-santset suurehitust. Kuid kuigi õhumull on väliselt

Ilmetu, on tema eelised kivimüüridega võrreldes palju suuremad.

Missuguseid väärtusi on siis õhumullil?

Kivimüüri teise kohta edasi nihutada ei saa. Ta on oma vundamendiga igaveseks kokku kasvanud. Pneumaatilise lainemurdja torusid saab aga ümber paigutada oma soovi järgi. Neid on kerge paigutada nii mere põhjale kui ankrupoidele, riputada nad ükskõik missugusele kõrgusele. Tuulevaikuse ajal on kivimüür kasutu, vesi aga uuristab teda ikkagi edasi. Kompressori käivitad aga ainult siis, kui merel tekivad lained. Pneumaatilise lainemurdja torusid on võimalik painutada igasuguse nurga all. Kuid mis peamine — pneumaatiline lainemurdja on kivimuulist tuhat korda odavam.

Veel teistelgi juhtudel osutus õhumull inimese suurepäraseks abiliseks.

1908. aastal toimus Ameerikas Massachusettsi osariigi ranniku ühes lahes avariid aurulaevaga «Yankee». Päästetöid raskendas tugev lainetus ja «Yankee» oli hukkumas.

Vanades raamatutes merereiside kohta räägitakse, et laevade kaptenid käskisid õõtsumise vaigistamiseks ja lainete rahustamiseks kallata tormi ajal kümneid vaate õli üle parda merre. Vees laialivalgunud õli moodustab õhukese kile. Tänu kile pindpinevuse jõududele rahuneb lainetus tõepoolest, kuid siiski mitte kauaks. Selleks et vaigistada õõtsumist, ei piisa ka tuhandest vaadist õlist.

Aurulaevalt «Yankee» prooviti samuti masinaõli üle parda kallata, kuid kuidas ka mässavat merd ei «õlitatud», kasu ei olnud sellest mingisugust. Siis käskis päästelaeva kapten lasta ankrupoidel «Yankee» kõrvale vee alla hoburauakujuliseks painutatud metalltoru pikkusega 30 meetrit. Torus olid kuue-millimeetrised augud. Pumpadega anti torusse suru-

õhku ja see ümbritses hukkuvat laeva mullidest seinaga. Ja mis sündis! Viimeetrised lained muutusid kahjutuks virvenduseks. Päästetööd viidi edukalt lõpule: laev oli päästetud.

Milles on põhjus, et kerge ja nõrk õhumullike jääb võitjaks kahevõitluses raske ja tugeva lainega?

Nõukogude teadlased V. V. Šuleikin, N. N. Džunkovski, A. B. Špolski, I. M. Konovalov ja teised uurisid hoolikalt õhumullide mõju lainetusele. Ühed teadlased arvavad, et kogu asi on õhurõhus: mida kõrgem on rõhk, seda edukam on võitlus murdlainetusega. Teised kinnitavad, et õhumulle tagasitõrjuv lainetav vesi raiskab ära oma energia ja rahuneb. Kolmandad on seisukohal, et asja edu otsustab mullide hulk. Professor Konovalov arvab, et kiiresti pinnale kerkivad mullid tekitavad vee vastuvoolu, mis summutab lainetuse.

Kellel teadlastest on õigus, pole seni veel selgunud. Kuid on vaidlematult kindlaks tehtud, et edu saavutatakse sel juhul, kui vee vastuvoolu kiirus on neli korda väiksem laine levimiskiirusest. Siis surub nähtamatu meister murdlainetuse kiiresti «õlgadele».

Paistab, et kõik on nii lihtne! Ometi läks vaja peaaegu pool sajandit, et jõuda selle järelduseni.

Kummaliselt rakendatakse pneumaatilist lainemurdjat Tuapse sadamas. Kunagi sooritati seal järgmine katse. Vette valati põlevat naftat. Nagu teada on nafta veest kergem ja põleb veepinnal ujudes kõigest jõust. Kas summutada teda veega? Sel pole mõtet.

Põlev nafta kustutati suruõhuga. Pandi tööle lainemurdja kompressor. Torude aukudest tungis suruõhk mullidena veepinnale, kus ujus nafta. Ja näe imet! Tulekahju lakkas. Põlev nafta purustati tibatilukesteks eraldiasuvateks saarekesteks ja ta kustus.

Veepinnale jäi ainult vikerkaarevärviline naftakiht . . .

Alles hiljuti juurdlesid insenerid niisuguse probleemi kallal: kui nähtamatu meister saab edukalt hakkama vee ja tulega, kas ei suuda ta siis võitjaks tulla ka kahevõitluses jääga?

Selgus, et suudab.

Ühel Rootsi järvel Balti mere ranniku lähedal katsetati pneumaatilist jäämurdjat. Insenerid tahtsid moodustada laevade jaoks 60-miilist «koridori», mis oleks ka kõige karedamal talvel jäävaba.

15 meetri sügavusse asetati spetsiaalsed plastmassist torud (niisugused torud ei roosteta kunagi), millesse oli puuritud rida väikesi auke. Kaldale ülesseatud kompressorid andsid torudesse nii nagu lainemurdjassegi lakkamatult suruõhku. Muidugi ei suuda pinnale kerkiv õhumull purustada järve aheldavat paksu jääkatet. Pneumaatilises jäämurdjas töötas suruõhk hoopis teisiti kui lainemurdjas.

Väljudes läbipuuritud torudest, hakkab suruõhk energiliselt segama vee alumisi kihte. Põhjas on vesi soojem kui pinnal, jääkatte juures. Õhumullid kisuivad sooja vee kaasa ja viivad selle jääga kokku puutesse. Põrgates vastu jäätõket, õonestab ja sulatab soe vesi järk-järgult jää üles.

Katseid kroonis täielik edu. Kahe nädalaga õnnestus sulatada peaaegu poole meetri paksune jääkiht 60 miili pikkuse ja 20 meetri laiuse läbikäigu ulatuses. Niikaua kui kaldal töötasid kompressorid ja torudesse voolas suruõhk, vesi ei külmunud ja läbikäik laevade jaoks jäi jäävabaks.

Nii muutis nähtamatu meister järve osaliselt jäävabaks ja asendas seega edukalt võimsat jääõhkujat.

Muide, see pole ainus võit, mille suruõhk on saavutanud võitluses jääga.

Ühes tehases oli vaja talvel aurikut remontida. Laev viidi õnnelikult dokki. Laeva järel ujus hulgaliselt jääpanku. Remonditöölised pidid need kinni püüdma ja minema viskama, mis võttis palju aega.

Edaspidi prooviti doki väravasse asetada kaitsevõrke ja -kilpe. Need aga segasid laevade sisseviimist ja peale selle ei suudetud jääpankadele täielikult teed tõkestada.

Siis otsustati võitluses kutsumata külalistega rakendada suruõhku.

Allapoole veepinda doki sissepääsuvärava juurde asetati auklik toru, millesse lasti kuueatmosfäärilise rõhu all suruõhku.

Järjekordse laeva sissetoomisel jälgiti huvitavat pilti. Terashiiglane liikus aeglaselt dokiväravasse. Jääpangad ujusid aga keereldes ja tõugeldes tagasi, täpselt nagu teelible, kui neid alustassi äärelt minema puhuda. Just nagu nähtamatud pootshaagid oleksid jää jõuga eemale iükanud.

Õhumullike sundis jää väravaesiselt tagasi pöörduma, säästes sellega remonditöölistele palju tööd ja aega.

Suruõhk sai suurepäraseks «jäämurdjaks» mitte ainult merel, vaid ka õhus.

Teatavates tingimustes lennates võib lennuk hakata jäätuma. See on väga ohtlik nähtus. Jääga kattunud kandepinnad muudavad lennuki raskemaks ja teevad ta kohmakaks. Mootorid ei suuda enam vedada ja lennuk hakkab nagu palavikus vappuma. Kui kiiresti ei rakendata abinõusid edasise jäätumise vastu, võib masin õhus puruneda.

Just siin kutsutakse appi nähtamatu meister. Kandepindade servadele on tõmmatud kummist katted. Need liibuvad tihedalt tiibade vastu. Niipea kui lendu märkab esimesi jäätumise tunnuseid, lülitab ta silmapilkselt sisse kompressori. Suru-

õhk tungib kummikatete sisemusse, need hakkavad paisuma. Külmunud jääkirmetis tiibadel puhutakse üles ja see puruneb. Õhu vastuvool pühib jääkillud minema.

Jäätumisoht on välditud. Lennuk jätkab rahulikult teekonda.

Kes peatab rongi?

Ees ootas täiesti ebatavaline võistlus.

Kaks ühesugust rongi seisid Taga-Kaukaasia raudteel Tsipa jaamas auru all ja ootasid lähetust proovi-reisiks.

Missugune reis neid siis ootas? Võib-olla kiirusrekordi purustamine?

Ei, kiiruse . . . hävitamine!

Kaks pneumaatiliste pidurite süsteemi olid valmis raskeks ja vastutavaks eksamiks: kumb neist peatab rongi paremini ja kiiremini.

Üks koosseis oli varustatud saksa firma Kunze-Knorre piduritega, teisel olid nõukogude leiduri Kazantsevi süsteemi õhkpidurid.

Võitjal on eesõigus: paremaks osutunud pidurid võetakse kasutusele Nõukogude Liidu raudteedel.

Katsetamise tingimused olid väga rasked. Koosseisud pidid läbima pikaldaste laskumistega ning järskude kurvide ja tõusudega mägitee. Ja mitte lihtsalt läbima, vaid tegema seda keskmise kiirusega mitte üle 20—30 kilomeetri tunnis. Pidurid pidid seejuures tagama täieliku ohutuse liiklemisel, töötama tõrkumata ja absoluutse kindlusega.

Kõigepealt lähetati teele välismaiste piduritega koosseis, mida juhtis saksa vedurijuht. Kaikus vedurivile, põratasid puhvrid ja rong kadus kiirust arendades väljumissemafori taha.

Möödusid mõned tunnid, ja vedurid hakkasid koosseisu osade kaupa jaama tagasi tooma.

Mis siis rongiga teel juhtus? Halbade pidurite tõttu ei kannatanud ta välja kiirust, mida nõuti vastavalt katsetuste programmile. Koosseis kord kihutas, kord vaevalt roomas edasi. Kuid ühel teeosal sööstis rong nii järsku edasi, et vagunid haakusid lahti, pidurid aga ei pidanud eralduvaid rongi osi kinni.

Kuid see polnud veel kõik.

Rong liideti uuesti ja ta asus uuesti teele.

Seekord nõuti koosseisult pika languse läbimist Džadžurski mägitel, kusjuures pidurite arvu oli normaalsega võrreldes tunduvalt vähendatud — nii nõuti katsetamise tingimustes.

Ja uuesti ei õigustanud end Kunze-Knorre pidurid. Bambaki ja Šagali jaamade vahel hakkas rong kiiresti nõlvakust alla kihutama. Pidurid aga tõrkusid ja ei suutnud ohjeldada rongi kiiret liikumist. Ehmunud vedurijuht hakkas andma hädavilet. Konduktorid keerasid käsipidureid ja ainult see päästiski koosseisu katastroofist.

Kunze-Knorre pidur ei teinud eksamit läbi. Tehnilises keeles väljendudes — ta kurnati kiiresti välja.

Kiirus pühitses võitu!

Saksa pneumaatiliste piduritega rong viidi tagavarateele. Järjekord oli teise, Kazantsevi süsteemi piduritega rongi käes. Seda juhtis leidur ise.

Eksami esimene osa sooritati väga hästi: mitte üheski teelõigus ei kaldunud kiirus ettenähtud suurusest kõrvale. Koosseis saabus jaama omal jõul ja täies korras.

Kuid triumfiks kujunes võistluse teine etapp. Enne väljasõitu Džadžurski mägitaele andis Kazantsev korralduse maha võtta veel kümme protsenti piduri-

klotsidest, mis olid jäänud miinimumarvuna katsetamise eeskirjade järgi.

Riikliku komisjoni liikmed seisid sellele korraldusele vastu, kuid leidur jäi rangelt oma seisukohale. Piduriklotsid võeti maha ja rong kihutas minema.

Koosseis laskus järsust kallakust õnnelikult alla.

Kazantsevi pidur sooritas eksami hiilgavalt. Tehnilises keeles rääkides osutus see ammendamatuks.

Kiirus oli võidetud!

Kazantsevi leiutis võeti kasutusele kõigil Nõukogude Liidu raudteedel.

Nii lõppes 1925. aasta «pidurilahing».

Florenti Pimenovitš Kazantsev, Taškendi raudtee Tšelkari depoo vedurijuht, töötas pneumaatiliste pidurite süsteemi välja juba 1908. aastal. Noorel mehhaanikul oli raske. Vene raudteedel peremehetseid ameerika firma Westinghouse'i pidurid. Raudteeametnikud kummardasid orjalikult välismaise tehnika ees ja rääkisid vedurijuhile: «Mõttele järele! Kellele sa tahad kallale tungida? Westinghouse'ile endale!» Kazantsev aga kinnitas kangekaelselt: «No mis siis — kallale tungida! Minu pidur on ameerika omast parem!» Kuid raudtee juhtkond ei rakendanud vene pidurit.

Alles pärast Suurt Oktoobrit täitus Tšelkari vedurijuhi unistus. Teda toetasid tuliselt teadlased. Moskva piduritehase insenerid ja töölisid teostasid Kazantsevi idee joonistes ja metallis.

Esimene proovisõit uute piduritega teostati 1923. aastal Oktoobriraudteel. Alles kaks aastat hiljem toimus see ebatavaline võistlus, millest oli juttu peatüki algul.

Kuni pneumaatiliste pidurite ilmumiseni peatati rongid mehhaaniliste seadiste abil käsitsi. Esimesed pneumaatilised pidurid ei olnud automaatsed. Kui

vagunid rongi sõidu ajal lahti haakusid, pidurid neid ei peatanud. Isetöötav pidur ehk automaatpidur ilmus alles 1875. aastal.

Tänapäeva rongide kiirus on väga suur. Kaubarongid kaaluvad mõnikord kuni kolm tuhat tonni, nende pikkus on aga üle kilomeetri. Rong vajab pidurit kiireks peatumiseks hädaohu korral, samuti jaama sissesõidul ning liikumiskiiruse reguleerimiseks teekallakutel ja kurvidel. Kes siis peatab kiiresti kihutava rongi ja ohjeldab tema jooksu?

Suruõhk pluss malmist klotsikesed.

Pneumaatilistes pidurites kasutatakse suruõhku selleks, et suruda piduriklotsikesi vastu rataste bandaaže. Bandaaž — see on paks tugevast terasest valmistatud võru. Ta on varustatud ääreliistuga ja veereb mööda roopaid. Bandaaž liidetakse tugevasti malmist või tavalisest terasest valatud rattale. Nii-sugune kokkupandav ratas maksab vähem kui ühes tükis valatud. Kui bandaaž läbi kulub, asendatakse ta uuega, ratas jääb aga endine. Klotsid surutakse bandaažide vastu, mis aeglustab rataste pöörlemist ja sunnib neid peatuma.

Kuid siin kerkib üks küsimus. Liikumise vältel kogus rong palju energiat. Kuhu see kaob, kui pneumaatilised pidurid tegevusse astuvad? Jäljetult kaduda see loomulikult ei saa, sest energia on hävitu. Ta võtab vaid teise kuju. Klotside surumisel vastu rataste bandaaže tekib hõõrdumisjõud. Klotsid kuumenevad kuni viiesaja kraadini, s. o. muutuvad peaaegu tulipunaseks. Liikumisenergia muutus soojusenergiaks.

Et vältida rataste bandaažide kiiret kulumist (me juba rääkisime, et need on valmistatud väga kallist terasest), tehakse piduriklotsid malmist. Malm on terasest pehmem ja odavam. Kulugu enim klots kui bandaaž — vahetada on teda lihtne ja kerge.

Mida kõvemini klots surub bandaažile, seda tugevam on hõõrdumine, seda suurem on pidurdusjõud, seesama jõud, millest jäi puudu Kunze-Knorre poolt konstrueeritud piduril ning mida Kazantsevi poolt ehitatud piduril oli ülikülluses.

Meie raudteedel kehtib niisugune reegel: suurim vahemaa, mida rong võib läbida hariliku või niinimetatud teenistusliku pidurduse algusest kuni täieliku peatumiseni, ei tohi ületada 800 meetrit. Kiirel ehk erakordsel pidurdamisel lüheneb see maa 650 meetrile. Seda vahemaad nimetatakse pidurdusteeiks. Selleks et kihutavat raskekaalulist rongi niisuguse pikkusega pidurdustee kestel peatada, on vaja klotse väga tugevasti rataste bandaažide vastu suruda. Kehitavad ka teatavad surve normid. Täismetalse reisivaguni jaoks on norm 8 tonni iga telje kohta (vagnil on neli telge; $4 \times 8 = 32$ tonni). Kaubavaguni normiks on 6 tonni, veduril aga mitte vähem kui 8 tonni telje kohta. Arvutame välja, missugust pidurdusjõudu kasutab 12 vagunist koosnev reisirong. Lihtne korrutamise näitab, et koosseisul on varuks umbes 400 tonni pidurdusjõudu. Olemasolevate eeskirjade järgi vajab ta aga umbes 300-tonnist pidurdusjõudu. Tähendab, pneumaatiline pidur tagab rongile täielikult ohutu liiklemise.

Nagu näha, on nähtamatule meistrile raudteetranspordis usaldatud eriti tähtis ja vastutusrikas töö.

Kogu automaatpiduri juhtimine on keskendatud vedurile. Alistudes veduri juhi tahtele, on suruõhk iga minut valmis sööstma lahingusse kiiruse vastu.

Ronime väikest treppi mööda veduri putkasse, seejärel aga vaevume ka vaguni alla pilku heitma, muidu ei saa me teada, kuidas töötab suruõhk pidurdajana.

Pidur on pneumaatiline. Tähendab, kõigepealt on

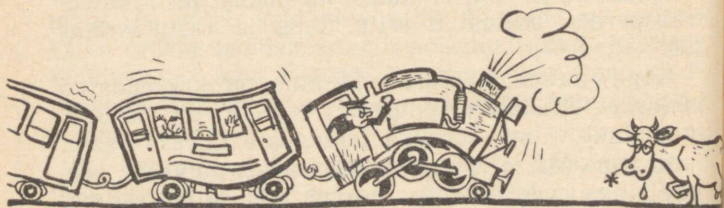
vaja suruõhku ja muidugi ka kompressorit. Kompressor asub veduri küljel, katla kõrval, millest töötamiseks auru saadakse. Kompressor pumpab õhu kuueseitsme atmosfäärilise rõhu all veduri külge kinnitatud peareservuaari. Kompressor «hingab» minutis välja kuni viis tuhat liitrit õhku. Peareservuaarist saab suruõhk väljuda ainult üht teed mööda — vedurijuhi kraani. Kui vedurijuht keerab kraani teatavasse asendisse, tungib suruõhk toru ja voolikut mööda pidurdussüsteemi ning täidab selle — pidur on laetud.

Vedurijuht keerab veel kraani käepidet — suruõhk hakkab pidurdama: sellega on alanud teenistulik pidurdamine.

Veel üks käepideme pööre — ja algab erakorraline pidurdamine.

Uus kraanipööre — jälle laadimisasend, piduritele saabub puhkus. Kui aga ei pidurdata, siis võib teele asuda.

Vedurijuht keeras kraani laadimisasendisse. Järgneme nähtamatule meistrile. Suruõhk läks peareservuaarist vedurijuhi kraani kaudu toru mööda vagunitele alla. Ronime kaasa. Piki vagunit asub õhmagistraali terastoru. Vaguni otstes on toru kummivoolikutega ühendatud naabervaguni samasuguse



Roobastele ilmus ootamatu takistus... Toimus erakorraline pidurdamine!

toruga. Vaguniraami küljes ripub terasballoon — tagavarareservuaar suruõhu jaoks. Laadimise ajal täidetakse ka see reservuaar õhuga. Tagavarareservuaar on ühendatud pidurisilindriga, mille sisemuses liigub kolb. Reservuaari ja pidurisilindri vahel on eriline õhujagaja. See on pneumaatilise piduri peasaks ja temast me jutustame veidi hiljem.

Kolviga on vântade abil ühendatud piduritala, mille külge kinnituvad piduriklotsid. Kui kolb kisub vedru tagasi, ei puuduta klotsid bandaaže. Niipea aga, kui suruõhu rõhk ületab vedrude elastsuse, suruvad klotsid bandaažidele ja algab pidurdamine.

Vana süsteemi piduritel sattus suruõhk vedurijuhi kraani kaudu otse pidurisilindrisse. Kui kolb liikus, surusid klotsid bandaažidele ja algas pidurdamine. Teisiti öeldes, peareservuaarist oli otsetee pidurisilindrisse. Et lõpetada pidurdamist, laskis vedurijuht pidurisilindrist õhu välja. Rõhk silindris langes, vedru elastsusjõud saavutas ülekaalu ja tõmbas klotsid bandaažidelt tagasi.

Näiteks trammivagunitel on niisugused pidurid säilinud tänapäevani.

Raudteevagunitel ei tule suruõhk peareservuaarist otseteed mööda pidurisilindrisse. Missugune «tõke» on tema teel?

See on õhujagaja, millest me pidimegi jutustama. See on väga «tark» seadis ja täidab kolme vastutavat ülesannet: esiteks, kui vedurijuht on kraani laadimisasendisse keeranud, laseb ventiil suruõhku magistraalist tagavarareservuaari, teiseks, kui vedurijuht on kraani teenistusliku või erakorralise pidurdamise asendisse keeranud, laseb seadis suruõhku tagavarareservuaarist pidurisilindrisse; kolmandaks, kui vedurijuht on kraani väljumisasendisse keeranud, laseb õhujagaja nähtamatu meistri pidurisilindrist atmosfääri.

Mis juhtub, kui vedurijuht hakkab kihutavat rongi pidurdama? Suruõhk hakkab magistraalist vabadusse kippuma. Seejuures astub viivitamatult tegevusse õhujagaja. Suruõhk tungib tagavarareservuaarist pidurisilindrisse, rong aeglustab käiku.

Kui õhk hakkab magistraalist väljuma, langeb tema rõhk. Tagavarareservuaaris hoitakse rõhk aga endiselt kõrgel, sest ventiil lahutab magistraali pidurisilindrist. Selle rõhkude vahe tõttu alustabki ventiil tegevust ja laseb suruõhku pidurisilindrisse.

Mida rohkem rõhk magistraalis ligineb kindlaksmääratud tasemele, seda kõvemini surub nähtamatu meister piduriklotsidele.

Niisugune pidurdusviis on märksa parem ja kindlam kui endine, tagades pidurite ammendamatu töö.

Igas reisivagunis näeme erepunaseks värvitud kraani. Kraani kõrval on sildike pealkirjaga: «Stoppkraan. Rongi erakorraliseks peatamiseks tõmmake käepidet enda poole». Kui seda käepidet tõmmata (muidugi ainult tõsise vajaduse korral), hakkab suruõhk viivitamatult torujuhtmest atmosfääri voolama. Ventiil avaneb ja laseb nähtamatu meistri pidurisilindrisse — rong peatub. Sama juhtub siis, kui vagunid lahti haakuvad: voolikud katkevad, õhk hakkab välja voolama, tegevusse astub automaatpidur.

Ühesõnaga, pidurit nimetatakse õigusega automaatpiduriks.

Oma ettepaneku pidurisüsteemi kohta esitas ka teine vedurijuht I. K. Matrossov. 1930. aastal töötas ühe piduritesüsteemi välja B. L. Karavatski. Et otsustada, kumb süsteemidest on parem, oli vaja neid proovida. Kummastki süsteemist valmistati poolsada pidurit ja pandi peale kahele ühesugusele kaubarongile. 1931. aasta talvel sooritasid pidurid eksami samas «klassis» — Taga-Kaukaasia raudteel. Võitis

Matrossovi pidur. 1950. aastaks oli neli viiendikku kogu Nõukogude Liidu vagunipargist üle läinud Matrossovi süsteemi piduritele.

• 1956. aastal leiutati uus piduritüüp — elektro-pneumaatiline pidur. Juba piduri nimetus kõneleb sellest, et antud juhul tegutseb suruõhuenergia koos elektrienergiaga. Kuidas need kaks suurepärasest inimese abilist oma ülesanded jagasid? Suruõhk täidab endist osa — surub piduriklotsidele. Elektrivool aga avab ja sulgeb tagavarareservuaari ja pidurisilindri vahel asuva ventiili. Elektromagnet saab sellega palju kiiremini ja kindlamalt hakkama kui suruõhk.

Katsekoosseisus, mis varustati uute piduritega, oli sada neljateljelist kaubavagunit, rongi pikkus oli aga poolteist kilomeetrit. Kuid pidurdustee pikkus oli kõigest 250 meetrit (meenutagem, et raudteetranspordis kehtiva normi kohaselt on nõutav 800 meetrit). Arvestage seda, et siis, kui vedurijuht hakkas pidurdama, kihutas rong 60-kilomeetrise tunnikii-rusega!

Elektropneumaatiliste piduritega varustatud reisirongid arendavad kiirust kuni 160 kilomeetrit tunnis. Uue konstruktsiooniga pidurid tagavad niisuguse suure kiiruse juures liiklemise täieliku ohutuse.

Nii sünnitas kiiruse «neelaja» ise tohutu kiirusel

Neljas peatükk

Väle teener

«Ukse avab juht»

Niisugust silti on arvatavasti paljud teist auto- või trollibussist väljumisel näinud.

Kui aga lähemalt analüüsida, pole see pealkiri päris täpne.

Miks?

Vanemat tüüpi autobussides avas ja sulges bussijuht eesmise ukse tõepoolest oma käega. Kummaliste nurkade all painutatud läikivad ja nikeldatud hoo- vad olid liigendite abil üksteisega ühendatud ja ulatusid ukse juurest kuni juhi istmeni. Kui oli vaja ust avada, tõmbas juht vänta enda poole ja uksepooled avanesid pärani. Enne sõidu algust lükkas mehhaanik vänta vastassuunas, uuesti hakkasid liikuma hoo- vad ja uks sulgus. Tööpäeva kestel pidi juht mitu- sada korda tegelema niisuguse väsitava gümnasti- kaga.

Praegu niisuguseid autobusse meie tänavail pea- aegu enam ei ole. Bussides pole näha mingeid liigen- deid ega ka vänta juhiistme kõrval. Kuid võib-olla on kõik hoo- vad ja liigendid, mis varem nähtaval olid, nüüd põranda või lae alla peidetud? Ei. Ka sealt ei leia me mingeid hoobi. Ukse avab ja sulgeb aga endiselt bussijuht, nagu sellest teatab ka ukse kohal olev silt. Kust siis otsida iseavanevate uste saladuse lahendust?

Seinavooderdise alt.

Kergitame tagasikäivat plaadikest ukse kohal (sedasama, mille kohal ilutseb silt) ja heidame pilgu seinatühemesse. Me näeme seal väheldast horisontaalselt paigutatud silindrit. Silindri otstest ulatuvad välja hoovad, mis on liigendite abil ühendatud uksepooltega. Silindri keskosast läheb juhikabiini suunas peenike metalltoru. Järgneme sellele.

«Seltsimees bussijuht, kuhu viib silindrist väljuv toruke?»

«Näete, kuhu!» näitab juht väikesele seebitükisuurusele pronkskarbile, mis asub roolisambakesest vasakul. Karbi kohal näeme vânta.

«Palun, näidake, kuidas uks avaneb.»

«Väga lihtsalt,» räägib juht. «Näete, liigutan vânta vasakule, paiskub uks pärani lahti. Lükkan paremale — langeb kinni.»

Katsume jõuda nende lihtsate toimingute mõtteni. Kuid selleks tuleb meil, muidugi ainult bussijuhi loal, ära võtta osa põranda võrekattest ja heita pilk autobussi «keldrikorrusele».

Autobussi paljude teiste osade hulgas näeme seal silindrulist teraspaaki, mis on võrudega kinnitatud autoraami külge. See ei ole paak mootorikütuse jaoks, vaid õhuhoidla. «Raudsed kopsud» — autobussi kompressor — pumpab paaki suruõhu. Igas trammis, auto- ja trollibussis on olemas õhupump. Sõidad mõnikord näiteks trammis, ja äkki kuuled, et mootorvaguni põranda all hakkab miski nii tihedasti taguma, et tundub nagu lööks trummilööja äratussignaali. Taob, taob — ja siis jätab järele. Veidi hiljem alustab ta aga uuesti oma halastamatut paugutamist.

See on kompressor. Ta töötab automaatselt, s. t. iseenesest, ilma inimese osavõtuta. Niipea kui rõhk õhuvõrgus langeb allapoole viit-kuut atmosfääri, hak-

kavad «raudsed kopsud» ise «hingama» — lülitub sisse kompressor, mis pumpab õhku niikaua, kuni saavutatakse normaalne rõhk, ning lülitub siis ise välja. Kõik see toimub elektrikontaktidega varustatud spetsiaalse ventiili abil. Mõnikord, sõites näiteks autobussis, kuuled valju turtsatust: see on automaatselt avanenud kaitseventiil, mis laskis välja kompressori poolt pumbatud liigse õhu.

Õhuhoidlast väljuvad torud, mis viivad suruõhu pidurisüsteemi, klaasipuhastajasse — «majahoidjasse» ja samuti ka ukse silindrisse.

Uksesilinder ongi autobussi pneumaatiliseks uksehoidjaks.

Silinder koosneb kahest pooldest, kusjuures vasakpoolne on jämedam kui parempoolne. Mõlemas silindris liigub üks kolb, mille parempoolse osa pind on väiksem vasakpoolse omast. Kolb jaotab silindri siseruumi kaheks õõneks. Neist parempoolne on pidevas ühenduses õhuhoidlaga — autoraami külge kinnitatud ballooniga. Tähendab, nähtamatu meister rõhub kogu aeg kolvile paremalt poolt. Vasakpoolsesse õõnde pääseb suruõhk aga ainult juhikabiinis asuva kraani kaudu. Kui juht tahab, saab nähtamatu meister tungida sellesse õõnde, kui tahab — laseb ta õhu vabadusse.

Mehhanismi töötamise põhiolemus seisab selles, et suruõhk rõhub kummalegi kolvi otsale erinevalt. Rõhumisele järele andes peab kolb silindris edasi liikuma. On arusaadav, et kui õhk rõhuks ühesuguse jõuga mõlemalt kolvi küljelt, siis mehhanism töötada ei saaks.

Mis siis sünnib, kui juht keerab kraani käepidet? Suruõhk tungib silindri vasakpoolsesse õõnde. Kolb liigub paremale, lükkab liigenditega hoobasid ja uksepooled prahvatavad lahti.

Ühed reisijad väljusid, teised sisenesid. Võib

edasi sõita. Kõigepealt tuleb aga ukсед sulgeda. Juht keerab uuesti kraani käepidet. Seejuures ühendatakse silindri vasakpoolne õõs väliskeskonnaga (atmosfääriga). Nähtamatu meister tegi oma töö ja lendab võiduka vilinaga ära. Seda vilinat te kuulete autobussist väljumisel.

Nüüd on rõhumine kolvile tugevam paremalt poolt: vasakult rõhub õhk ju üheatmosfäärilise, paremalt aga kuueatmosfäärilise jõuga. Ülevõimu haarab teine nähtamatu meister, kes valaks nagu salajast viha oma võistleja peale välja. Kolb liigub vasakule. Liigenditega hoovad naksatavad ja uks sulgub kõva paugatusega.

Niisiis, uks avaneb ja sulgub sellepärast, et kolvi kummalgi küljel asuvad nähtamatud meistrid, kes teineteist vaheldumisi «võmmivad» . . .

Täpselt samuti on ehitatud ka auto- ja trollibuside tagumised ukсед, kuid neid ei ava ega sule mitte ainult bussijuht üksi — vajaduse korral võib seda teha ka konduktor. Selleks otstarbeks on konduktori istme kohale paigutatud eraldi õhukraan.

Igal metroovagunil on kuusteist ukse silindrit — kaheksa kummalgi pool. Kõik ukсед vaguni ühel poolel avanevad ja sulguvad korraga. Seda teeb rongi- või trammijuht (ameerika tüüpi trammil ei ole kaheksa, vaid kolm ust). Nii metros kui trammis töötavad ukсед suruõhu abil.

Selleks et pneumaatilised uksehoidjad kogemata mõne hajameelse reisija kätt või jalga ei muljuks, on uste servadele kinnitatud õõnsad kummi- või nahktorud — amortisaatorid. Mõnikord pumbatakse neisse suruõhku, et ukсед sulguksid pehmelt, ilma tõugeteta. Niisugune uks vigastusi ei põhjusta, kuid siseneda ja väljuda on vaja kiiresti ning ettevaatlikult, sest ukсед riknevad, kui nende tiibade vahele satub kõrvalisi esemeid.



Pneumaatiline uksehoidja ei vabasta oma ohvrit enne järgmist peatust.

Nüüd aga, kus iseavanevate uste saladus on lahendatud, pöördume tagasi ukse kohal oleva sildi juurde.

Rangelt võttes see silt, nagu näeme, päris õige ei ole, sest juht oma käega uksi ei ava. Ta ainult käsutab pneumaatilist uksehoidjat, sundides teda lükama kolbi, suruma vedrule ja paugutama uksi.

Tuleb välja, et õigem oleks olnud kirjutada nii: «Ukse avavad bussijuht ja nähtamatu meister.»

Siis ei solvaks kindlasti ei üks ega teine.

Tolmuarmastaja

Kuldses päikesekiires tõuklevad ja tantsivad lõbusalt loendamatud parved tolmuühemekesi. Kust küll tuleb tolm, kui suvine õhk on läbipaistvalt puhas, taevast aga nii sinine? Kuid ümbritsevas õhus on alati palju tolmu, kuna see satub sinna väga erinevaid teid mööda.

Peasüüdlaseks õhu tolumumises osutub õhk ise, ehk, õigemini öeldes, tuul. Tuul tõstab üles kõige peenemaid pinnaseosakesi ja kannab neid, kuhu juhtub. Ka majad tolmuavad: tuule, päikese, külma ja vihma toimel hõõrduvad lubi ja kivid aja jooksul peeneks puudriks, mis sadestub maapinnale. Tolmuavad mäed, teed, stepid. Kõige rohkem tolmu tekitavad loomulikult vabrikukorstnad. Inglismaa, eriti

Londoni tolmusus on ajalukku läinud kui eriline näide linnade reostamisest vabrikutolmu ja kõrbe-haisuga. Igal aastal paiskavad paljude vabrikute korstnad Briti saartel atmosfääri rohkem kui 2½ miljonit tonni suitsu ja tahma! Mitte asjata ei nime-tata Inglismaad «uduseks Albioniks» — iga tolmu-kübe on tuumaks, mille külge kleepub suur hulk kõige peenemaid niiskuseosakesi, tekitades lõpptu-lemusena tihedaid udusid. Sõrmkübara täis Londoni õhk sisaldab 50 000 tolmu-kübet. Dombai orus Kaukaasias sisaldub samasuguses hulgas õhus mitte üle neljasaja tolmu-kübeme. Eriti puhas on õhk Ark-tikas ja ookeanide keskrajoonides.

Tolmuga «kostitavad» ka vulkaanid. Näiteks Krakatau vulkaani purske ajal paisati Sunda väinas atmosfääri 35 miljonit tonni tolmu ja aurusid. See tolmu püsis õhus vulkaani kraatrist kahesaja kilo-meetrise raadiuse ulatuses tervelt kaks aastat. Vahel sajab tolmu ka taevast. Nii langes 3. mail 1892. aastal planeetidevahelisest ruumist maapin-nale 500 000 tonni kosmilist tolmu. Niisugune tol-mukogus võiks katta Jaapani ja Suurbritannia ter-ritooriumi poole meetri paksuse kihiga.

Ühesõnaga, õhk on üldse väga põhjalikult tol-mune.

Ruumides eemaldatakse tolmu tavaliselt harjaga, niiske lapi, käsna või luuaga. Niisuguse puhastus-viisi juures, kui põhjalik see ka oleks, ei jää teda aga vähemaks, vaid tekib veel juurdegi. Lapid ja harjad paiskavad tolmu-kübemed laiali, niiskele mööblile või värskelt pestud põrandale hakkavad need aga külge hullemini kui enne.

Et prügikübemeid välja peksta, klopitakse vaipu ja kardinaid halastamatult kepiga, sealsamas lasku-vad kübemed aga ülirahulikult teistele esemetele.

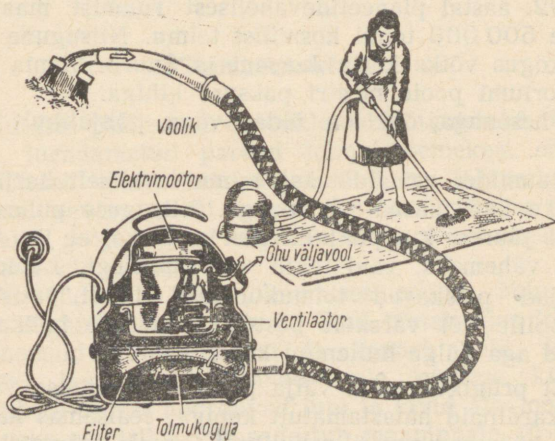
Inimene peab lakkamatut vihast võitlust tolmu-ga,

muidu kataks see halli tuhakarva vaibana kogu pla-
needi ja lämmataks kõik elava. Võitluses tolmu-
ga on lahinguväljadeks nii korter kui ka kool, tehas, tänav,
raamatukogu ja linnaväljak.

See igivana võitlus sünnitas rohkesti iga liiki tol-
muvastaseid relvi. Kõige tõhusamat neist näete te
joonisel. Seda masinat võib põhjendatult nimetada
tolmuarmastajaks, sest ta neelab seda erilise aplu-
sega.

Välimuselt meenutab niisugune tolmuimemisma-
sin tuletõrjekiiivrit. See on «EP-2» tüüpi tolmu-
imeja. Torkame pistiku seinakontakti, vajutame
käivitusnupule — ja masin hakkab endasse tolmu
imema, lakkudes selle jäägitult ära.

«Kiivri» sisemuses asub elektrimootor koos venti-
laatoriga. Mootor sooritab rohkem kui 15 000 pöö-
ret minutis. Niikaua kuni hääldatakse sõna «tolmu-
imeja», jõuavad ventilaatori tiivikud juba kakssada



Tolmuimeja ja tema ehitus.

viiskümmend korda pöörelda ümber oma teljel Ventilator tõmbab orkaani kiirusega voolikust õhku välja, tekitades selles tugeva hõrenduse. Kui vooliku külge kinnitada hari (neid on aga terve valik — vaipade, riiete, pehme mööbli puhastamiseks), siis ajab väline atmosfäärirõhk vooliku sisemusse õhu asemele tolmu, prügikübemeid ja muud peent prahti. Tolmune õhk satub voolikut mööda «kiivrisse». Siin on õhuvoolu teel ees tõkkepuu riidest filtri näol. Õhu laseb see tõkkepuu läbi, kuid puhastab ta eelnevalt tolmust. Tolm jääb kotti, puhastatud õhk voolab aga läbi elektrimootori, jahutab seda ja väljub atmosfääri. Aeg-ajalt võetakse kott «kiivrist» välja, raputatakse tühjaks ja tolmuimeja on jälle töökorras.

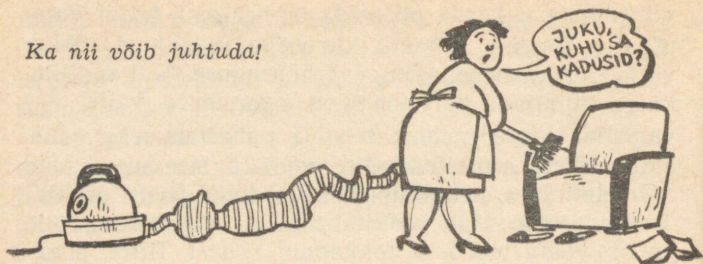
Seal, kus eraldub eriti palju tolmu ja kahjulikke gaase, nagu näiteks elektrikeevitustöödel tehastes ja vabrikutes, tõmmatakse imevooliku ots tolmu eraldumise koha juurde. Tolm ja kahjulikud lisandid ei jõua sattuda töölise kopsudesse, sest nad imetakse kotti. Kott kinnitatakse vahetult töökoha juurde püsivmagneti abil: tolmutüüdev vooliku otsik hoiab end ise vajalikus asendis.

Kui ühendada voolik tolmuimeja väljapuhumisavaga, muutub tolmuimeelaja pulverisaatoriks. Tolmuimeja komplekti kuulub spetsiaalne klaasnõu. Täites selle värviga, muutub tolmuimeja maalriks. Saab pihustada ka naftaliini, et ei tekiks koisid, samuti pritsida taimekahjurite hävitamiseks mürgilahustega lilli, põõsaid ja viljapuid.

Tolmuimeja ei oska mitte üksnes tolmu imeda või värvi pihustada, vaid peseb suurepäraselt ka pesu. Kuidas õnnestus tolmuimejat pesunaiseks muuta?

«Buran»-tüüpi tolmuimeja väljapuhumisavasse asetatakse voolik. Vooliku otsas on seadis, mille abil õhujuga paneb kiiresti vibreerima väikese lameda

Ka nii võib juhtuda!



ketta. Ketas vahustab tulist vett, pesupulbrit või leelist, nii nagu vahustatakse koogi jaoks koort või kreemi. Vesi sõna tõsisel mõttes keeb, nii tugevasti hakkab ta kobrutama. Ketta kiirest vibreerimisest hakkavad vee, seebi ja leelise osakesed liikuma ja ühiselt paagis olevat musta pesu pommitama. Mustus eraldub pesust, teiste sõnadega — toimub pesemine.

Pesunaisena võib nähtamatu meister kümne minutiga puhtaks pesta peaaegu poolteist kilogrammi pesu.

Saksa Demokraatlikus Vabariigis mõeldi tolmuimeja jaoks välja veel üks töö, millel pole midagi ühist tolmuimeja otsese ülesandega — tolmu neelamisega. Väljapuhumisavasse asetatud vooliku otsa kinnitati pehme padjakesega varustatud ketas. Õhuga paneb ketta kiiresti vibreerima, nii nagu pesu pesevas tolmuimejaski. Määrides selle padjakese kreemi või tervistavate võietega, masseeritakse keha. Teiste sõnadega, nähtamatu meister täidab ka meditsiinilise õe ülesandeid.

Uutesse majadesse ehitatakse praegu mitte üksnes tsentraalseid katla-, vaid ka tsentraalseid tolmuimejasmisseadeldisi. Maja keldris asub võimas väljatõmbeventilaator, korteritesse ulatuvad aga kütetorudega sarnanevad kraanidega torud. Nende külge saab

tühendada tolmuimejavoolliku, mis koristab tolmu täielikult. Tolm satub toru kaudu filtrisse — veetünni, sealt aga kanalisatsiooni.

Kuid kuidas koristada tolmu tänavalt või väljakult? Loomulikult ei sobi selleks toatolmuimeja. Ja tänavatele ilmuski uus spetsiaalne tolmuksustusmasin. Suvel võime seda näha Moskvas, Leningradis ja Nõukogude Liidu teistes suurtes linnades. See on pneumaatiline majahoidja, tõeline koristamiskombain.

Majahoidja kraapsab kord luuga ja astub kiirustamata poole sammu võrra edasi. Luud pühib küll ainult ühele poole, tolmu lendab aga igasse külge laiali. Pneumaatiline majahoidja töötab üheaegselt kolme luuga. Nad ei haara nagu harilik luud mitte 30—40 sentimeetri, vaid 2½ meetri laiuse riba. Luud ei kraapsa, vaid keerlevad suure kiirusega. Kaks harja haaravad tolmu ja peene prügi ning heidavad selle kolmanda harja ette, mis keerleb kiiremini kui teised harjad. Suuremad tükid lendavad tsentrifugaaljõu tõttu otse punkrisse (see on nagu majahoidja kühvelgi, kuid tema mahutavus on poolteist kuupmeetrit), voolliku lai ots imeb aga peene prügi sisse ja saadab samasse punkrisse. Pneumaatilise majahoidja kiirus on kaheksa kilomeetrit tunnis — ükski kojamees ei jõua talle järele! Koristamismasina mootori võimsus on 40 hobujõudu.

Tänavatolmuimeja «riietus» on väga ilus. Kuub on tal sinine, vöö erepunane, müts aga must. Tal on ka tervelt kolm kummipõlle. Need ripuvad täiesti vastu maad ja ei lase harjade poolt ülestõstetud tolmul laiali lennata. Kui niisugune majahoidja sõidab mööda asfaldi, ei jää mitte purukübetki maha.

On ka teist tüüpi pneumaatilisi koristajaid. Need ei armasta mitte tolmu, vaid lund ja vihma. Nemad on niiskeltkoristamise spetsialis-

t i d. Pöörake vihmavalingu või lumesaju ajal tähelepanu vaateklaasidele trollibussi juhikabiinis. Need on puhtad, vaatamata sellele, et tulvab murruna lund või pladistab vihma nagu ämbrist. «Kojamehe» kummist luud libiseb väsimatult mööda klaasi. Paremale — vasakule, paremale — vasakule vehib rütmiliselt ja asjalikult pisike luuake, pühkides klaasilt lakkamatult vett ja lund.

Vaateakna kohale on kinnitatud väike horisontaalne silinder. Silindri sisemuses liigub suruõhu mõjul kolb. Ta liigub vasakule ja katkestab sealsamas suruõhule tee. Suruõhul tuleb ringi minna ja suunduda teisele poole kolbi. Kui kolb liigub paremale, kordub sama lugu. Nii käib luud, kuni silindrisse saabub suruõhku. Suruõhku pumpab trollibussi kompressor.

Loomulikult ei piisa sellest majahoidjast ega ka paarist niisugusest 40-hobujõulisele tänavapuhastajale, aga hiiglaslik trollibuss lumetormi või vihmajärgu ajal ilma temata teele ei asu: vaevalt küll juht sõidaks pimesi, eraldamata teed.

Väikese majahoidja ülesanded on suured ja ta täidab neid täpselt.

Täpne postljon

1785. aastal oli Viinis mitu suurt tulekahju. Terved kvartalid maju põlesid maani maha. Iga kord sõitsid tuletõrjeveokid sündmuskohale siis, kui enam ei aidanud mingi vesi. Seal, kus varem hooned seisid, olid ainult suitsevad tukid.

Linnavõimud olid tõsisel ärevuses. Kiiresti täiendati komandosid, tuletõrjevoorile anti paremaid hobuseid, kuid kõik oli asjatu — elanike majad põlesid endiselt.

Viga ei seisnud aga veokite puudumises või hal-

bades hobustes. Tuletõrje sai alati liiga hilja teada, et kuskil möllab tuli. Niikaua kui tuleõnnetuse ohvrid ise ei jooksnud tuletõrjujaid kutsuma, need kuhugi välja ei sõitnud.

Seepärast otsustasid Viini võimud teadustamise tehnikat põhjalikult parandada. 1792. aastal paigutati 50 meetri kõrgusesse Püha Stefani kellatorni tuletõrjekomando ja muudeti seega kellatorn vahitorniks. Torn ülaossa paigutati vaatluspunkt. Valvurid viibisid vahetuste kaupa tornis kogu ööpäeva. Märkanud kuskil suitsu või tuld, teatas piilur kohe tulekahjust ja selle esinemiskohast — kõrgest tornist oli linn näha nagu peopesal. Alarmi põhjal sõitis voor kiiresti välja. Võitlus tulega muutus palju edukamaks.

Kuidas piilur andis tornist alarmiraporti alla? Telefoni ja raadiot siis veel ei olnud. Just selles oligi Püha Stefani kellatornis esimesena rakendatud signalisatsioonimeetodi iseärasus. Tulekahjust teatati suruõhu abil.

Vaatluspunktist viidi tuletõrjekomando ruumi raudtoru. Toru väänles längus spiraalina, sujuvalt painutatud keerdtreppina ülalt alla. Toru ülemisse otsa tehti tihedalt sulguva kaanega lehter. Kaanest ulatus välja lühike nahast käis, mis oli ühendatud põrandal lebava sepalõõtsaga.

Niipea kui piilur märkas tulekahju, kirjutas ta otsekohe linnaosa nime paberitükile, sulges sedeli väikesesse vasksilindrisse, laskis silindri lehterisse, sulges kindlalt kaane ja hakkas kogu jõust sepalõõtsa tõmbama.

Suruõhk sattus torusse, rõhus silindrile (antud juhul täitis see kolvi funktsioone) ja tõukas selle läbi kogu toru otse tuletõrjujate kasarmusse.

Niipea kui silinder toru alumisest otsast väljus, kõlas tugev kellahelin: pneumaatiline sõnumitooja

lõi langedes kella pihta. Kohe anti alarm ja tule-
tõrje sõitis sedelil oleva aadressi järgi sündmusko-
hale.

See oli esimene pneumaatiline post maailmas.

Saja aasta pärast kihutasid Pariisis ja Londonis
maa-aluseid torusid mööda sajad õhupostiljonid.
Oma vasksetes paunades toimetasid nad adressaati-
dele kirju ja telegramme. Samasugune post seati
sisse ka Venemaa suuremates linnades.

Tänapäeval teenivad õhupostiljonid Moskva,
Leningradi ja Kiievi sidesõlmedes. Nad toimetavad
siin osakonnast osakonda kviitungeid, ülekande-
blankette ja teisi posti-telegraafi dokumente. Tele-
graafisõlmedes ühendavad pneumaatilise posti torud
telegrammide vastuvõtuluuke aparaadiosakonnaga,
aparaadiosakonda aga sorteerimisosakonna ja eks-
peditsooniga. Kaugekõnepunktides kannab õhk tel-
limissedeleid korruselt korrusele. Ühesõnaga, pneu-
maatilised käskjalad asendavad sideasutustes küm-
neid virgatseid.

Pneumaatiline post on sisse seatud ka suuremate
ajalehtede, näiteks ajalehe «Pravda» toimetuses.
Torusid mööda kihutavad korrektuurid trükikotta ja
toimetusse.

Muidugi ei sarnane kaasaegne pneumaatiline post
põrmugi Viini kellatorni postiga. Seal moodustasid
sepalõõts ja raudtoru kogu tehnika.

Nüüd on peale elektrilise teataja ja inimhääle
kõige kiiremaks postiljoniks õhk. Padrun (silinder)
telegrammi või kirjaga liigub torus 125-kilomeet-
rise tunnikiirusega — see on taifuuni kiirus!

Pneumaatilises postis on peatähtsus pumbakesk-
jaamal ja torudevõrgul. Pumba ülesandeid täidab
tavaliselt väljatõmbeventilaator, mis tekitab torudes
tugeva õhuhõrenduse ja tulemusena tungib välisõhu
vool torudesse. Nende võrk pole kaasaegses pneu-

maatilises postis kuigi pikk — ainult sada-paar-sada meetrit —, kuid see-eest väga tihe, et võimaldada õhupostiljoni ükskõik missugusel aadressil välja saata. Kuidas seda tehakse? Õhupostiljon saab ju liikuda ainult ühes teatavas torus. Kuidas sundida teda ühest torust teise minema? Siin tuli postitöötajatele appi raudteetehnika. Rong saab ju ka liikuda ainult mööda ühe tee roopaid. Aga kui teda on vaja teisele teele suunata? Vedurit ja vaguneid ühelt roobastepaarilt teisele tõstekraanaga ju ei tõsteta — selleks on olemas pöörangud. Pöörang seati ümber — ja koosseis veereb kuulekalt kas lõunast läände või idast põhja. Meie päevil seatakse pöörangud automaatselt ümber — pööranguseadjaid enam ei vajata.

Samuti on ehitatud ka pneumaatiline post. Ka seal on olemas pöörangutesüsteem ja samuti ilma pööranguseadjateta. Kolm-neli sekundit enne pööranguni jõudmist ühendab metallpadrun ise oma teel torus olevad elektrikontaktid ja elektromagnet seab momentaanselt pöörangu ümber. Padrun suundub ühest torust teise. Nagu raudteelgi juhib ka siin kõiki pööranguid dispetšer.

Toru sisemine läbimõõt on umbes seitse sentimeetrit. Padruni diameeter on veidi väiksem, kuid see valitakse selliselt, et vahe ruum ei oleks suur, sest muidu imbuks sinna õhk, mis vähendaks padruni liikumiskiirust torus.

Pneumaatiline postiljon on väga kiire. Õhupost võimaldab torusid mööda saata kuni 720 padrunit tunnis ehk tosin postiljone minutis. Niisugust personali ei ole mitte üheski postiasutuses!

Aga padrunisse mahub viisteist telegrammi. Mitte ükski saadetis ei kao ega saa vihmas või lumes märjaks.

Kui postiljon toob teile telegrammi või tähtitud

kirja, helistab ta uksekella. Määratud kohta jõudnud pneumaatiline postiljon helistab samuti kella. Padrun langeb spetsiaalsesse tühemikku — vastuvõtjasse ja lööb vastu kella kuplikest. See on signaal: avage, palun, uks — teile on telegramm! Postitöötaja avab hermeetilise kaane ja võtab sealt padrundi välja.

Padrunite liikumise ajal on kuulda müra. Ei tule imestada: torudes möllab ju tõeline orkaan. Kuid kui torud on paigutatud betoonkaevikuisse või -kanalisse, pole müra peaaegu kuuldagi.

Majade treppe mööda tõusevad aeglaselt kõrgemale postiljonid, paksud paunad rihmadel.

Pneumaatilise posti torusid mööda kihutavad hinge tagasi tõmbamata vasest ja alumiiniumist postiljonid.

Nendega kiiruses võistelda on täiesti lootusetu üritus.

Viies peatükk

Kasulik tühjus

Kosmilline hõrendus pudelis

Katse katse järel lõppes ühtemoodi — ebaõnnestumisega.

Nurjus suurt vaeva nõudnud töö, milleks oli kulutatud palju unetuid öid. Kuidas Aleksander Nikolajevitš Lodõgin¹ ka ei püüdnud, kuidas ta ka ei katsumud kerakujulises klaasballoonis olevat söepulgakest korralikumalt kinnitada, lamp ei tahtnud kaua põleda. Mõnikord valgustab viis minutit, mõnikord veerand tundi, ja kustubki nagu peerg. Väsinud leiduri silmis jätkab hõõguv söeke veel kaua helendamist. Kuid balloon on tegelikult juba ammu jahtunud ja söekesest on järel vaid lambikese seintele sadestunud must tolm...

Jälle tuli kõike otsast alata.

Olles sõnakuulmatu söetükikese poolt meeletele viidud, otsustas Lodõgin katsetada õhu eemaldamisega balloonist. Lasti käiku imipump, seejärel lülitati sisse galvaani elementide patarei ja — oh rõõmu! — söeke põleb mitu tundi järjest. «Tähehdab,» otsustas Lodõgin, «töö õnnestumist takistab õhk, õigemini, õhuhapnik.» Ja tõepoolest, niipea

¹ A. N. Lodõgin — elektri-hõõglambi leiutaja.

kui pudelisse loodi tugev hõrendus, lakkas lambike olemast peerg ja muutus lambikeseks.

Niipea kui inimene õppis klaasballoonist õhku eemaldama, tekkis uus tööstusharu — elektrovaakuumtööstus. Elektrivool kuumutab elektrilambikese volframniidi kuni 3000° , kuid see ei põle kiiresti läbi sellepärast, et klaasballooni on jäänud väga vähe õhku, seega ka vähe hapnikku, mis põlemist võimaldab. Televiisoritorust on eemaldatud õhk ja «elektronpliiats» võib ilma takistusteta joonistada ekraanile kujutise. Raadiovastuvõtja lampides on suurim hõrendus ja elektronide vool lendab hõõgkatoodidest peaaegu takistuseta välja, et seejärel muusikaks ja kõneks muunduda.

Lühidalt, kogu elektrovaakuumne tööstus «toetub tühjusele»: õhk ja õhutühi lamp — need on kõige õelamad ja leppimatamad vaenlased.

Kuid õhk on erakordselt kangekaelne. Teda balloonist eemaldada on raske ülesanne. Miks? Aga see pärast, et õhku on seal väga palju. Kui palju siis?

Viini füüsik Josef Loschmidt suutis ära lugeda õhu molekulide arvu. Kuidas ta sellega toime tuli, seda me siin jutustama ei hakka. Märgime vaid, et Loschmidt sooritas sellega tõelise teadusliku kangelasteo ja kirjutas teaduse ajalukku tähelepanuväärse lehekülje.

Võtame sõrmkübaratäie õhku. Kui palju õhumolekule me seejuures kaasa võtsime? Eeldades, et sõrmkübara maht on üks kuupsentimeeter, võiksim selles ära lugeda 27 kvintiljoni molekuli. Siin see hiiglaslik arv ongi:

27 000 000 000 000 000 000.

Gaasimolekulide arvu ühes kuupsentimeetris õhus hakati füüsiku auks nimetama «Loschmidti arvuks».

Kui ühes kuupsentimeetris õhus sisalduvad molekulid ritta seada, saaksime «niidikese», mille võiks

mööda ekvaatorit 200 korda ümber maakera mähkida. Samal ajal on nende ruumala aga nii väike, et nad vabalt ühte kuupsentimeetrisse mahuvad ning seejuures jääb neil veel ruumi liikumisekski.

Võtame veel väiksema ühiku — ühe kuupmillimeetri õhku. Ruumalalt on see võrdne umbes nööpnõelapea ruumalaga. Me loendaksime selles 27 kvadriljoni õhuosakest. Kaspia meri sisaldab sama palju ämbreid vett. Läheks vaja 700 000 aastat, et kõiki neid molekule ükshaaval kokku lugeda...

Molekulide koguhulgast langeb hapnikule ligikaudse arvestuse järgi üks viiendik. Pole imekspandav, et söeniit õhuga täidetud balloonis kiiresti läbi põles.

Teadlased arvutasid juba ammu välja, et kui õhku õnnestuks pudelikesest välja pumbata sama suure hõrendusastmeni, nagu valitseb planeetidevahelises ruumis, oleks pikaealise elektrilambi loomise küsimus tegelikult lahendatud. Kuid arvutus on siiski ainult arvutus ja mitte rohkem. Niikaua kui inimese käsutuses ei olnud pumpi, mis oleksid suutnud tekitada planeetidevahelist vaakuumi, jäid teadlaste arvutused ainult arvutusteks.

Ladinakeelne sõna «vaakuum» tähendab tühjust. Esineb muidugi mitmesugust tühjust, nii nagu esineb vee mitmesugust soolasust. Vesi võib maitselt olla vaevalt soolakas, soolane, väga soolane ja lõpuks — kibesoolane. Niisamuti ka vaakuum. Võib olla kõige erinevamaid hõrendusastmeid. Teaduses ja tehnikas loetakse hõrenduseks igasugust rõhku, mis on madalam kui normaalne, s. t. väiksem kui 760-millimeetrise elavhõbedasamba rõhk. Mida rohkem on anumast välja pumbatud õhku või mingit teist gaasi, seda tugevam ehk sügavam on vaakuum. Hõrenduse astet mõõdetakse elavhõbeda-

samba millimeetrites või nende osades. Selleks on olemas spetsiaalsed vaakuummanomeetrid.

Järelikult ei saa Otto von Guericke pumpade abil tekitada sügavat vaakuumi. Üldse selleks otstarbeks kolbpumbad ei sobi. Kolbpumba abil saab rõhku alandada mitte alla elavhõbedasamba kümnendikku millimeetrit. Ka seda pole muidugi vähe, kuid sügavast vaakuumist on see veel kaugel. Ilma vaakuumita ei tule kaasaegne tehnika aga kuidagi toime.

Tuli otsida teist tüüpi pumpi. Ja need loodi.

Teadlased ja tehnikud vallutasid tühjuse järk-järgult, samm-sammult. Saavutati veel üks piir — hõrendus elavhõbedasamba ühe miljardiku osani. Niisugune hõrendus on nii planeetidevahelises ruumis kui ka pikaealise elektrilambikese pirnis. Seda saab seletada asjaoluga, et kuumenedes lendavad volframiosakesed laiali, imevad endasse ballooni jäänud gaaside molekule ja sadestuvad ballooni seinetele. Tulemusena vaakuum balloonis aja jooksul suureneb.

1956. aastal valmistasid nõukogude tehased peaaegu üheksakümmend miljonit elektrovaakuumseadist. Ja igaühes neist oli oma «planeetidevaheline ruum».

Meil on käes elektrilambike. Kas temasse jäi pärast tühjaspumpamist palju õhku? Arvutus näitab, et ballooni jäi veel 270 miljardit molekuli — peaaegu üle saja korra rohkem, kui kogu maakeral on inimesil!

Vaatamata sügavale vaakuumile, on pudelike erakordselt tihedasti asustatud. Selgub, et selles elunevad järgmised «üürilised»:

lämmastiku molekule	— 200 miljardit
hapniku molekule	— 65 miljonit
süsihappegaasi molekule	— 450 miljonit
teiste gaaside molekule	— umbes $69\frac{1}{2}$ miljardit.

Kui räägitakse sügavast vaakuumist, viiakse arvutused molekulidele. Mida vähem neid anumasse jäi, seda sügavam on selles hõrendus. Tähendab, enne kui molekulid üksteist kohtavad, tuleb neil läbida palju pikem tee. Gaasimolekulide vaba tee pikkust loetakse vaakuumi mõõduks. Elavhõbedasamba rõhul 1 mm ja toatemperatuuri juures liigub molekul kokkupõrkeni mõne oma seltsilisega siksakki mööda mitukümmend meetrit. Miljard korda väiksema rõhu juures suureneb molekuli vaba tee pikkus tuhandeid kordi. Järelikult, mida «inimtühjem» on «vaakuumne tänav», seda väiksemat takistust kohtavad lambis lendavad elektronid, seda pikem on lambi iga ja seda suurem ta vastupidavus. Mee-nutagem, et õhuosakese keskmine läbimõõt on üks kolmemiljondik millimeetrit, osakeste vahemaa on aga üheksa korda suurem. Kuid vaatamata nii väikestele, lausa mikroskoopilistele mõõtmetele, on õhuosakesed, võrreldes aatomite ja elektronidega, tõelised hiiglased.

Mis toimub raadiolambi balloonis?

Hõõguvast katoodist lendavad välja elektronid. Oma teel anoodini pörkavad nad kokku ballooni jäänud õhumolekulidega. Näitlikuks võrdluseks ütleme, et elektronil on pisima tolmu-kübemekese mõõtmed. Niisugusel juhul oleks molekul kaheksameetrise läbimõõduga kera. Põrgates paljude niisuguste takistuste vastu, kaotab elektron oma energia ja lamp hakkab töötama halvasti, kui ta üleüldse hakkabki tööle.

Tähendab, mida vähem õhumolekule ballooni jääb ja mida suurem on vaba tee pikkus, seda väiksem on elektronide ja molekulide kokkupõrke tõenäosus, seda kindlamalt hakkab raadiolamp tööle. Üldiselt peab gaasimolekuli vaba tee pikkus olema suurem anuma mõõtmetest.

Teadlased — molekulikütid pole loobunud edasistest katsetest vähendada molekulide arvu pudelis. Eriti sügavat vaakuumi õnnestus saavutada siis, kui ehitati seadmeid aatomituuma uurimiseks. Kõige suurem sünkrofasotron (nii on ühe seadme nimetus) — 10 miljardit elektronvolti — ehitati Nõukogude Liidus, Dubna linnas Moskva oblastis. Siin panevad teadlased aatomituuma osakesi — prootoneid — kihutama tohutu suure kiirusega. Sünkrofasotroni rõngaskambris on prootonite kiirus peaaegu veerand miljonit kilomeetrit sekundis. Miski ei tohi teda sel tormilisel lennul segada, prooton vajab avarust. Niisiis peab «vaakuumsel tänaval» olema võimalikult vähem rahvast.

Rõngastunneli sees, kus kihutavad prootonid, valitseb hõrendus, mis vastab elavhõbedasamba miljardikule millimeetrile. Niisugust hõrendust hoiavad tunnelis (see ei ole enam pisike klaasike!) pidevalt 56 vaakumpumpa, mis pumpavad tunnelist vahetpidamata õhku välja.

Konstrueerides vaakumpumpi kiirendajatele, saavutasid teadlased lahingus tühjuse eest uut edu. Ameerika füüsik Raymond Herb ehitas pumba, mis võimaldab rõhku veelgi rohkem alandada. Tema pump suudab luua hõrenduse, mis vastab elavhõbedasamba sajamiljardikule millimeetrile. Tavalised pumbad jätavad õhku välja pumbates igast miljardist molekulist järele ainult ühe. Herbi pump kõrvaldab peale selle veel igast nõusse jäänud sajast molekulist üheksakümmend üheksa. «Vaakuumne tänav» jäi veelgi rahvavaesemaks.

Herb nimetas oma pumba «püüniseks» ja see nimetus on õigustatud. Molekulid on siin hiirteks, kassiks on aga peenike titaantraadike. Herb kasutas titaantraadikest sellepärast, et see metall ühineb eriti ahnelt gaaside molekulidega.

Pumba ehitus on järgmine. Kaheksakümne senti-meetri pikkusesse ja kümnesentimeetrise läbimõõduga klaasilindri serva lähedusse on kinnitatud kümnekopikase raha suurune metallketas. Kõrgsa-gedusvool soojendab ketast väljastpoolt kuni kahe tuhande kraadini. Spetsiaalse käru abil saab titaan-traadike klaasilindri sisemuses edasi liikuda. Mida lähemale kettale, seda kõrgem on temperatuur. Näe, traadike sõitis väga lähedale hõõguvale kettakesele ja, mitte enam välja kannatades, aurustus. Nüüd algab jaht molekulidele. Aurustunud titaani iga pii-sake haarab eemale lennates teel mitu «hiirt», s. o. molekuli.

Seejärel pistetakse erilise seadise abil vankrikesse uus traadike ja kõik kordub uuesti algusest peale. Titaani aurud püüavad laiali lennates iga kord uue partii gaaside molekulidele. Puutudes kokku klaasnõu külmade seintega, sadestuvad titaaniaurud neile hõbedase härmatisena. Nii saavutatakse nõus järk-järgult tugev hõrendus. Viieksajast grammist titaan-traadist piisab pumbale vileaastaseks tööks.



Kõigi «vaimude» kiuste tekitas inimene vaakuumi.

Keskaja inkvisiitorid kinnitasid: «Ei jumal, ingel ega saatan ole võimeline tekitama tühjust.» Mis tõsi, see tõsi: see, kes ei eksisteeri, ei saa ka midagi tekitada! Aga näe, teadmistega relvastatud inimene pole visa töö tulemusena saavutanud küll veel täielikku tühjust, kuid on «teinud» kosmilise vaakuumi, ajades selle kõige tavalisemasse pudelikesel

* * *

Lugejal võib kerkida õigustatult küsimus: kuidas saab nähtamatu meister töötada, kui teda halastamatult välja aetakse?

Küsimus on põhjendatud. Elektrovaakuumaparaatides on õhk tõepoolest vaenlaseks. Kui teda sealt ei eemaldata, ei saa aparaadid töötada.

Kuid vaakuumtehnika ei piirdu ainuüksi vaakuumseadistega. Inimene ei pannud õhku tööle mitte üksi surve-, vaid ka hõrenduse seisundis. Viimasel juhul avaldab survet väline atmosfäär.

Selgitame seda lihtsa katsega.

Võtke harilik soojenduskott — hästisobitatud korgiga lame kumminõu. Suruge ta kogu jõust käärrasse kokku ja keerake talle niisuguses asendis kork kõvasti peale. Soojenduskott säilitab oma käärraolise kuju. Kokkupressimisel eemaldatakse osa selles peituvast õhust. Soojenduskott kortsus ja käärdus kokku sellepärast, et välise atmosfääri rõhk ületab kumminõu siserõhu. Endist rõhkude tasakaalu enam pole. Mida rohkem õhku soojenduskotist eemaldatakse, seda tugevamini käärdub ta välisatmosfääri rõhu all.

Tehnikas kasutatakse seda füüsikalist omadust laialdaselt kõikvõimalike vaakuumiminappade, -presside, -haarajate, -tõstjate ja -transpordiseadiste konstrueerimisel.

Nähtamatu meister jääb ka siin iseendale truuks:

väljastpoolt rõhudes töötab ta täpselt samuti, nagu ta tegi seda Otto von Guericke tähelepanuväärse katse ajal Magdeburgi poolkeradega Regensburgi linnaväljakul.

Vaakuumne abiline

Oli pilvine sügishommik 1901. aastal.

Äkki hakkas terasevalamistehases ulguma alarmivile. Aur undas hingematvalt katkendliku, kähiseva häälega. Kaasa hakkasid ulguma viled keemia-, vaguni- ja naftapuhastustehastes...

Mis siis oli juhtunud?

Terasevalamistehase masinaosakonnas toimus katastroof. Täiel käigul purunes 500-hobujõulise auru- turbiini rootor. Tugevast löögist lendas kildudeks turbiini kate. Katus oli läbi löödud. Terasetükid lendasid nagu lõhkeva kahurimürsu killud vilinal laiali.

Turbiin oli täiesti uus, seepärast ei mõistnud ükski spetsialist, millest tekkis katastroof. Avarii põhjuste väljaselgitamine usaldati kõige suuremate kogemustega inseneridest koosnevale komisjonile. Komisjon kogus rootori tükid kokku ja hakkas neid tähelepanelikult uurima. Selgus, et rootori terasmassiiv oli läbistatud pisikestest, silmale nähtamatutest mullikestest. Tõsi küll, enne terasevalajatele saatmist oli rootor turbiinitehases läbi teinud katsetamise. Katsetendil töötas turbiin normaalselt, kuid olles pool aastat masinaosakonnas töötanud, lendas tükkideks.

Rootori purunemise põhjustajateks olid just saatuslikud mullikesed. Nagu ussiuuristused sõid need läbi terasmassiivi ja pehastasid tugevaima metalli.

Kust sattusid need mullikesed terasmassiivi?

Nad tungisid metallikangidesse sulatamise ajal ja isegi raske haamriga tagumine ei suutnud neid sealt välja tõrjuda. Lämmastiku, vesiniku ja teiste gaa-

side mullid «kleepuvad» tugevasti metallide külge. Need gaasid ühinevad suurtes kogustes ahnelt sulametalldidega. Näiteks lahustub ühes liitris sulas valgevases peaaegu kolm liitrit gaase. Gaasid tungivad mullide näol metallimolekulide vahelistesse tühemikesse, molekulile hoolimatult kõrvale tõugates, ja punuvad endale tugevad pesad. Kui niisugune valgevase tükk jahtub, osutub, et väliselt tervena paistvas metallikangis leidub hulk pisikesi poore — see pole enam metall, vaid vaskne juust!

Täpselt samasugune lugu juhtus ka metallikangiga, millest tehti rootor. Kui sulametall vormi valati, et saada metallikangi, lahustus metallis palju gaase. Saadud metallikang oli katkine, läbi puuritud pisikestest pooridest. Kuna aga tollal ei osatud veel valatiste sisemisi vigu kindlaks teha (praegu kasutatakse valatiste kvaliteedi määramiseks röntgenikiiri, ultraheliaparaate ja märgitud aatomeid), valmistati rootor ja asetati masinasse. Juhtus aga õnnetus.

Kui palju avariisid ja praaki, kui palju vaeva ja meelehärmi põhjustasid tehastes need mullikesed!

Ja siis kuulutati hävitavatele mullidele halastamatu sõda, seda mitte elu, vaid surma peale. Saavutada selles sõjas otsustav võit — tähendas päästa rahvamajandusele tuhandeid tonne kõrgekvaliteedilist metalli ja pikendada masinate eluiga. Missuguseid meetodeid selleks kõik ei rakendatud! Terasekamakas aeti tulipunaseks, seejärel aga kaevati maasse. «Mahamaetud» terasekamakas jahtus erakordselt aeglaselt — tervete päevade, sageli aga ka nädalate kaupa. Oldi arvamusel, et niisuguse aeglase jahtumise korral terase kvaliteet paraneb. Või siis toimiti järgmiselt. Metallikänk aeti ahjus tulikuumaks — ja siis kohe raske haamri alla. Löök löögi järel ianges terasetükile. Metall tihenes.

Kuid mitte alati ei saavutanud need ega paljud

teised teed oma eesmärgi. «Mahamaetud» valutükid ei lahkunud mitte eriti meelsasti mullidest. Haamri löökide all terase kvaliteet mõnikord isegi halvenes, sest metallisse suletud gaasimullid ei leidnud metalli tihenemisel sellest väljapääsu ja tõmbusid pingule. Rõhk mullide poolt hõivatud tühemikes suurenes, kokkusurutud gaas käristas aga kõva terase peente kiududeks. Tulemusena lisandusid hävitavatele mullidele veel juuspeened mõrad.

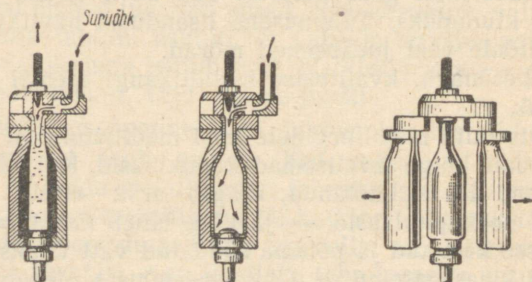
Ühesõnaga, kvaliteetse metallikangi asemel saadi praak.

Siis tulid metallurgidele appi meditsiinilised klaasid. Jah, kõige tavalisemad kupuklaasid. Kui inimene on end ära külmetanud, räägib arst: «Pole viga, paneme kupuklaasid — ja kõik läheb mööda.» Piiritusse kastetud ja põlema süüdatud vatt viiakse kiiresti klaasi sisemusse. Õhk klaasnõus soojeneb, paisub ja lahkub osaliselt anumast. Kui nüüd klaas kiiresti selja või rinna külge vajutada, surub organismi siserõhk, mis ületab rõhu klaasi all, osa kudedest klaasi sisemusse. See põhjustab vere tugevdatud juurdevoolu haigesse kohta ja soodustab paranemist; nagu näeme, oskab nähtamatu meister olla ka arst.

Peaaegu samuti toimisid ka metallurgid. Nad «panid kupuklaasid» sulatatud metallile. Õigem oleks öelda: metall asetati gaasi-imemisklaasi. Vaadake, kuidas seda tehakse näiteks Zaporozje linnas asuvas tehases «Dneprospetsstal». Kopp kahekümne viie tonni sulaterasega paigutatakse 15 kuni 20 minutiks hermeetiliselt suletud kambrisse, millest vaakumpump pumpab välja õhu.

Mis siis «kupuklaasis» toimub? On teada, et mida madalam on rõhk, seda madalam on ka keemispunkt. Normaalsetes tingimustes keeb vesi 100°C juures, normaalsest kolmkümmend korda väiksema rõhu

puhul keeb vesi juba 25° C juures. Samuti kätub ka sulametall. Kui kambris rõhk alaneb, keeb ta tormiliselt. Seejuures eraldub palju lahustunud gaase. Need imetakse kiiresti välja. Vaakuumpumbad hoiavad kambris hõrenduse, mis vastab kahe kümnen-diku millimeetri kõrgusele elavhõbedasambale.



Klaaspurkide valmistamiseks kasutatava vaa-kuumaparaadi ehitus.

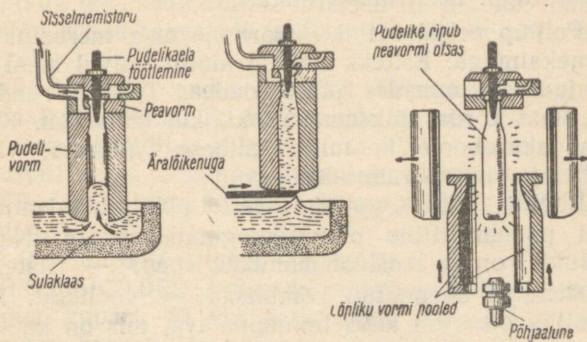
Uraali raskemasinaehitustehase martäänahjutseh-is ehitati veelgi võimsam gaasi-imemisklaas. Selles võib «ravida» 120-tonniseid valatisi. Vaakuumpum-baga eemaldatakse terasest vesinik, lämmastik ja teised kahjulikud lisandid. Saadakse väga puhas ja kõva teras. Siis läheb terasekang turbiini rootori valmistamiseks. Niisugune rootor ei purune kunagi.

Vaakuum ei osutunud kasulikuks mitte ainult metallurgias. Vaakuumseadiste abil immutatakse raudteeliipripakke tõrvaga. Algul pumpab vaakuumpump kambrist, milles on liiprid, välja õhu. Eemaldatakse puukiu poorides sisalduv õhk. Siis pritsib surupump kambrisse teatava koguse tõrva, mis suure rõhu all täidab puukiu kõik poorid. Nii immutatud

liipri iga on tunduvalt pikem selle liipri east, mis on lihtsalt korraks tulise tõrva sisse kastetud.

Kompvektivabrikutes valmistatakse vaakuumi abil karamelli, tellisetehastes vormitakse aga telliseid. On ehitatud ka spetsiaalsed seadmed vase- ja vasesulamite valuks. Vormis luuakse hõrendus, mis vastab 576 millimeetri kõrgusele elavhõbeda sambale. Välisatmosfääri rõhk lükkab sulavase vormi sisse- sisse ja täidab vormi ilma igasuguste tühikuteta. Saadakse hea, tihe valatis.

On olemas ka vaakuumne klaasipuhuja. See tõmbab vedelat klaasi sisse nii, nagu me joome. See on vaakuumne väljapuhumismasin pudelite tootmiseks.



*Pneumaatiline klaasipuhuja — masin klaaspude-
lite töötlemiseks.*

Leningradi tehases «Vulkaan» seati sisse pneumaatiline koristusseade malmilaastude kõrvaldamiseks. Vaakuumne laastuimeja teenindab nelja treipinki. Töötamine muutus puhtamaks, ohutumaks.

Nagu näeme, esineb ka kasulikku tühjust.

Polüüp neljal rattal

Mis ühist on merekoletisel polüübil ja vankril? Teadlased tunnevad hästi kõiki polüüpide teiseid. Kaheksa ebatavaliselt liikuvat jalga (õigemini, kätt) moodustavad lihava, kotisarnase peaga ühtse ter- viku. Igal jalal on kaks rida iminappasid, millega polüüp imeb end oma ohvri külge. Püütud saagi neelab ta alla.

Tähendab, polüüp on omamoodi elav vaakuum- pump koos juurdekuuluvate imivoolikutega.

Polüüp elutseb kivisel merepõhjal. Varjates end lõhes, viskub ta kaladele. Nii mõnigi kord tuleb tuukritel, kui nad merepõhjas kohtuvad niisuguse bandiidiga, lasta käiku nuga.

Polüüp neljal rattal ei sarnane oma mereelukast nimekaimuga. Esiteks elab ta ainult kuival maal ja seejuures kuumades piirkondades. Teiseks ründab ta tuhat korda väiksemat saaki, kui ta ise on. Kol- mandaks ei ole ta mitte inimese vaenlane, vaid sõber ja suurepärane abiline.

Lühidalt öeldes, polüüp ratastel pole midagi muud kui pneumaatiline puuvillakogumiskombain. Nagu polüübil on ka masinal mahukas «pea» — tsistern, ja temaga ühendatud kombitsad — voolikud. Iga vooliku otsas on kaks iminappa-ava, mis on kaetud vedruga varustatud klapiga.

Võimsad vaakuum-pumbad tekitavad tsisternis ja voolikutes hõrenduse. Tarvitseb vaid puutada vastu puuvillakupart ja vajutada klapile, kui kupar silma- pilkselt kaob: atmosfäärirõhk kihutab puuvilla tsis- terni.

Puuvillapolüüp imeb endasse kupra kupra järel. Küllastununa teeb ta lühikese vaheaja, et tsisterni puuvillast tühjendada. Seejärel hakkab ta uuesti

jalutama mööda ääretut välja, imedes endasse kõrgeväärtuslikku kiudu.

Varem koristati puuvilla ainult käsitsi. Niikaua kui ei olnud puuvillakoristusmasinaid, noppisid tuhanded inimesed kuprad põõsastelt käsitsi. Palju siis inimene suutis päevas puuvilla korjata? Iga kupar sisaldab viis grammi puuvilla. Kõige püüdlikum koguja võib kümnetunnilise tööga koristada üldse kuuskümmend kilogrammi puuvilla, s. o. 12 000 kupart.

Kaksteist tuhat korda üks käsi välja sirutada ja noppida üks kupar. Kaksteist tuhat korda teine käsi välja sirutada, et kuprast toorpuuvill välja tõmmata, seejärel aga peotäis ebemeid rinnale seotud kotti lasta. Ja teha seda kõike äärmiselt kurnatuna, halastamatu sinise taeva all, millest talumatult kõrvetab päike!

1956. aastal andis ainuüksi Usbeki Nõukogude Sotsialistlik Vabariik meie maale umbes 2,9 miljonit tonni puuvilla. Hiiglaslik saak! Usbekistani autasustati selle töökangelasteo eest Lenini ordeniga.

Nüüd kujutleme, et kogu see saak tuleks koristada käsitsi.

2,9 miljonit tonni puuvilla — see on 580 000 000 000 (viissada kaheksakümmend miljardit) kupart. Et koristada kogu saak, oleks vaja peaaegu kahe miljoni inimese kuuajalist tööd.

Ja seda ainult ühes — Usbeki vabariigis!

Puuvillakasvatuse tööline kutsus appi koristusmasinad, sealhulgas ka vaakuumseed. 1931. aastal konstrueeriti esimene spetsiaalne puuvillakoristus-kombain.

Masinat teenindasid traktorist ja kuus kogujat. Igaüks neist hoidis kahe käega voolikut ja puuvilla koristamine käis, nagu öeldakse, kahel käel. Iminapadega varustatud koguja korjas vahetuses kuni 300

kilogrammim toorpuuvilla: viis korda rohkem kui korjati käsitsi töötades.

Vajutus klapile ja kupart polegi enam. Veel kord vajutus — ja teine annus puuvilla kadus polüübi metallsesse kõhtu. Minut-kaks, ja puuvillapõõsas seisab täiesti paljana nagu pügatud lammas! Raudne polüüp imes, riisus ta sõna tõsisel mõttes puupaljaks.

Käesoleval ajal töötavad väljadel teist tüüpi puuvillakoristusmasinad. Neil voolikuid ei ole. Kombainil ulatuvad eest ja tagant välja kaarjalt painutatud otstest ahenevad torud. Torude vahel on nii lai ava, et puuvillapõõsas sellest läbi mahub. Masin liigub põõsa kohal, sõidab sellest «läbi», nii et torud tihedalt kuparde ligi nihkuvad. Masin neelab kuprad alla, sest vaakumpump pumpab torudest vahetpidamata õhku välja. Voolikuteta vaakummasin võib koristada rohkem kui kolm tonni puuvilla päevas. Erinevalt voolikutega kombainist teenindab teda mitte seitse, vaid ainult üks inimene.

Mõnikord jääb rohkesti masina poolt mahaniidetud kupraid maapinnale. Kellele on niisugust hoolekut koristamist vaja? Puuvill tuleb koristada jäägitult! Niisuguse lohaka töö vältimiseks ripnevad masina taga maapinnani ulatuvad pneumaatiliste kogujate londid. Need imevad mahalöödud kuprad endasse. Kui niisugust seadist ei oleks, tulnuks sadadel inimestel mööda välja korratu masina järel lonkida ja väärtuslikke kupraid üles korjates vahetpidamata kummarduda.

Ja kuigi käsitsi puuvillakoristamine ei ole seni veel täielikult asendatud masinatööga, ilmub meie puuvillaväljadele igal aastal ikka rohkem ja rohkem vaakuumseid kombaine, kergendades puuvillakasvatuse tööliste tööd. Vaakuumsed koristusmasinad ilmusid ka teeistandustesse ja turbarabadesse.

Lüps ilma lüpsjata

Jutt on sellest, kuidas ilma lüpsjateta lehma lüpsta. Kunagi suvel sõitis grupp noori geofüüsikuid ekskursioonile Moskvasse, üieliidulisele põllumajandusnäitusele. Kombainid, vihusidujad, viinamarjaväädid, tohutu suured sead — kõik see kutsus ekskursantides, eriti linlastes, esile vaimustuse. Lõpuks sattusid nad loomakasvatuse paviljoni. Ekskursiooni juht viis ekskursandid stendi juurde, näitas kepikeseга läikivale plekknõule, kummivoolikutele ja torudele ning ütles:

«Teie ees on lehmälüpsiaparaat.»

Keegi geofüüsikutest ühmas umbusklikult: «Näe, kus luiskab . . . Lüps ilma lüpsjata? Ei või olla!»

Võimalik, et kui geofüüsikud oleksid oma ekskursioonijuhile, elukutselt agronoomile, jutustanud lendavatest maapõueluurajatest — tarkadest lennukitele monteeritud aparaatidest, oleks nende jutustus kutsunud esile täpselt samasuguse hämmelduse.

Ei, ekskursioonijuht ei teeselnud. Stendil lebas tõepoolest aparaat lehmade lüpsmiseks.

Tuhandeid aastaid, juba sellest ajast peale, kui inimene hakkas tegelema karjakasvatusega, lüpsatakse lehma kätega. Libisevalt liikuvate sõrmedega udara nisasid vajutades pumpab lüpsja välja piima, mis peene joana niriseb allaasetatud ämbrisse. Kostab vaid sirr-sorr ja piima loksumine.

Me ütlesime — pumpab välja, ja see on ka tõesti nii. Vajutades nisadele ja vedades sõrmedega ülalt alla, tekitab lüpsja nisa sisemuses vaakuumi. Välisõhu rõhk, vajutades pehmelt udarale, surub sellest portsjoni piima niasse.

Võimalik, et ka mõned lüpsjad ei taipa neid füüsikalisi protsesse, millest lüpsmine koosneb. Täpselt samuti ei tea ka paljud suitsetajad, et suitsu tõmma-

tes tekitavad nad paberossikestas vaakuumi. Atmosfäärirõhu poolt läbi hõõguva tubaka surutav õhk tekitab kopsudesse tõmmatava suitsu. Seda enam ei tea väike laps, kes õnnelikuna lutti matsutab, mida ta võlgneb atmosfäärirõhule: kui imik ei tekitaks lutis vaakuumi, ei satuks talle suhu mitte ainustki tilka piima.

Vaakuumne lüpsja tõmbab kõigist neljast nisast korraga piima välja. Vaakuumaparaadi peaosaks on lüpsiklaas. Ta koosneb kummi- ja metalltorukesest. Kummitoru käib metalltoru sisse. Klaasid tõmmatakse nisadele ja iga kummitoru ümbritseb tihedalt nisa. Lüpsja vajutab lülitusnupule ja imipump hakkab kohe tööle. Ta tekitab kummitorus hõrenduse, mis on ligikaudu võrdne kolme kümnendikuga normaalsest atmosfäärirõhust. Välisõhk tungib torudevahelisse ruumi ning surub kummiotsikut. Samal momendil katkestab spetsiaalne ventiil imemise. Atmosfääri välisrõhu mõjul tõrjutakse annus piima udaras välja ja see voolab voolikut mööda piimanõusse.

Lüpsiaparaat on nagu vasikas, kes udara tühjaks joob. Järelikult koosneb kogu lüpsiprotsess kolmest operatsioonist:

1) kummitorust imetakse välja õhk. See on imemistakt;



*Vaakuumne lüpsja täidab kärmesti
piimanõud maitstva aurava piimaga.*

2) imemine katkestatakse, udar surutakse kokku. See on piima nõusse pumpamise takt ehk lüpsitakt;

3) kümme sekundit ei tee lüpsja midagi, ei ime ega pumpa. See on puhketakt.

Imemine, kokkusurumine, puhkus. Imemine, kokkusurumine, puhkus . . . Imetlusväärse rütmi, kiiruse ja väsimatusega töötab vaakuumne lüpsja. Ühe tunniga võib ta lüpsta kakskümmend viis lehma — terve karja!

Pneumaatiline lüpsmine on tavalisest palju mugavam ja hügieenilisem: käed ei puutu kokku ei udara ega nisadega, mitte ainsatki tilka piima ei voola maha, mitte ainuski tolmukübe ei pääse piimanõusse. Lüpsja ülesanne on lülitusnupule vajutada ja täis piimanõusid tühjendada. Kõik muu teeb nähtamatu meister.

Peab ütlema, et vaakuumne lüpsja on osav lüpsjal!

Eri poolustel

Uurimisinstituudi saal oli rahvast täis kiilutud. Sajad keemikud, geoloogid, füüsikud ja kristallograafid ootasid kärsitult istungi algust. Ees seisis millegi hoopis erakordse kuulamine, midagi täiesti ebatavalist. Kutses oli öeldud, et kokkutulekul toimub ettekanne teemantidest, mis pole saadud mitte tuhande meetri sügavustest kaevandustest Lõuna-Aafrikas, vaid valmistatud laboratooriumis.

Lõpuks asus kateedrisse vanem inimene ja avas istungi vaikse kergelt põriseva häälega.

«Austatud kolleegid! Ma teen väga lühidalt. Pärast kauaaegset visa tööd õnnestus meil ülikõrg-rõhulaboratooriumis saada kunstlik tõeline teemant.» Teadlane muigas kergelt ja lisas: «Andke andeks

tahtmatu sõnademäng, kuid see on tõesti nii. Kunstlik. Tõeline. Teemant. Vaadake, siin see on.»

Ja ahhetavas auditooriumis käis käest kätte musta sametiga kaetud väike karbike, milles hiilgas kuivanud viljatera suurune puhas teemant.

Jah. Teemant oli olemas. Ent kus on valeldamatu tõend, et see saadi tingimata sellisel ebatavalisel viisil, nagu rääkis teadlane?

Pärast ettekannet paluti delegaate kõrvalhoonesse, kus asus ülikõrgrõhulaboratoorium. Teadlane võttis külaliste silmade all aparaadist välja veel ühe kunstliku teemandi. Ja siis kadus igasugune kahtlus isegi kõige ägedamatel skeptikutel.

Teemandi leiukohad on maakeral väga piiratud. Alles päris hiljuti avastati Jakuutia Autonoomses Sotsialistlikus Vabariigis suurepäraste teemantide rikkalikud lademed. Geolooge, kes tegid selle haruldase leiu, peeti kõrgeima autasu vääriliseks — neile määrati Lenini preemia.

On välja arvatud, et alates iidsetest aegadest kuni meie päevini on kogu maailmas kaevandatud üldse umbes sada tonni teemante.

Teemant ei ole mitte ainult vääriskivi (lihvitud teemant on briljant), vaid ta on ka kõige kõvem aine looduses.

Teemantidega varustatakse puurikroone avade puurimiseks kõvadel põhjadel, kus ka kõige tugevam teras kiiresti nürineb.

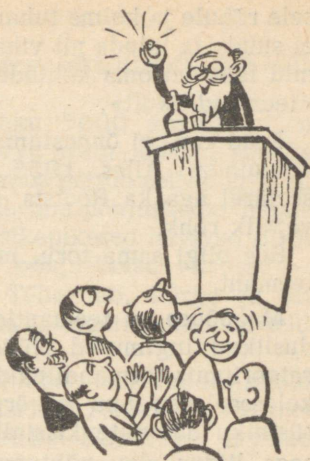
Teemantidega korrigeeritakse lihvimiskettaid kõige täpsemate detailide valmistamisel.

Teemantidest tehakse kõige kõvemaid tugilaagreid eriti täpsete ja kalliste aparaatide jaoks. Võiks öelda, et need laagrid on peaaegu kulumatud.

Teemant lõikab kõvu sulameid, terast ja klaasi.

Pole midagi imestada, et teemant leidis täppistööstuses nii laialdast rakendamist. Iga-aastane töös-

See on kunstlik tõeline
teemant.



tuslik teemanditarvitus kogu maailmas on peaaegu kakskümmend miljonit karaati (neli tonni!).

Paljude sajandite kestel oli teemant kivide kunin-gaks, nüüd hakkas ta aga tööliseks.

Kuid mis see teemant siis õieti on?

Lumivalge särav briljant ja must, tuhm pliiatsi-grafiit, seesama, millega me kirjutame, on lihased vennad. Mõlemad on süsiniku eri vormid. Kogu asi on selles, et grafiidis paiknevad süsiniku aatomid teisiti kui teemandis. Kui õnnestuks süsiniku aato-meid grafiidis ümber grupeerida, muutuks lihtne seitsmeteistkümnekopikane pliiats muinasjutuliseks väärtuseks.

Raske on isegi määrata, kui palju katseid on eri-nevates maades tehtud selleks, et muuta sütt bril-jandiks. Kuid kõik need katsed lõppesid ebaõnnestu-mistega. Teadlased arvutasid juba ammu välja, et allutades järeleandmatu söe sajatuhandeatmosfäärilli-

sele rõhule ja kolme tuhande kraadilisele kuumusele, ei suuda ta taluda nii vihasst rünnakut: süsiniku aatomid lähevad oma kohtadelt ära ja paiknevad teisiti, «teemandilikult».

Kuid kaua ei õnnestunud niisugust gigantset rõhku saavutada. Alles 1955. aastal ehitati Ameerikas, seejärel aga ka Rootsis, aparaadid, milles saavutati vajalik rõhk.

See oligi sama toru, milles saadi kunstlik tõeline teemant.

Maapõues on teemantide tekkimiseks olemas looduslikud tingimused. Nüüd taastas inimene oma laboratooriumis teemanditekkimise protsessi, rakendades kolossaalset rõhku ja kõrget temperatuuri. Tungides süsiniku aatomite kristallide vahele, surus kuumusega liidus olev nähtamatu meister neid koomale, sundis neid nagu kooliõpilasi pingist pinki ümber istuma ja muutis hariliku söe vääriskiviks.

Ülikõrge rõhk teadlase kätes — see on ehtne võlur. Veel mõned näited tema ebatavalistest omadustest.

Nafta saamisel eraldub suurtes kogustes etüleen-gaasi, mis on üks naftatootmise jääke. Kuid kui etüleeni kuni kolme tuhande atmosfäärini kokku suruda, muutub ta polüetüleeniks. See ei ole aga enam jääk, vaid kõige hinnalisem tooraine, millest saab suurepäraseid isolaatoreid elektri- ja raadiotehniliste aparaatide, masinate ja seadiste jaoks. Peale selle osutub polüetüleen sobivaks materjaliks keemiaaparaatuuri valmistamisel, sest ta ei roosteta ja teda ei söövita happed ega leelised.

Teadlased tegid järgmise katse. Võeti tükk tavalist marmorit ja asetati vedelikku, millele seejärel rakendati rõhku 25 000 atmosfääri. Pärast niisugust protseduuri muutus marmor tundmatuseni: teda võidi

taguda, välja venitada, laperguseks litsuda. Säh sulle habrast marmorit!

Rakendades piimale rõhku 7000 atmosfääri, ei lähe piim kinnises nõus terve aasta jooksul hapuks. Niisuguse püsikindluse saladus peitub selles, et kõrgrõhu all piimhappebakterid, mis põhjustavad hapnemise, hävivad. Tuberkuloosikepikesed hävivad 6000 atmosfääri, paljud haigusi põhjustavad viirused — 3000 atmosfääri juures. Tähendab, kõrge ja ülikõrge rõhk rajab bioloogias ja meditsiinis uusi teid, avardab teaduse horisonte.

Teadlastel on õnnestunud laboratooriumides saavutada poole miljoni atmosfäärilist rõhku — see teeb viissada tonni ruutsentimeetrile! Kujutlege, et nime-tissõrme küünele asetati viis pikamaavedurit: need avaldaksid survet viissada tuhat atmosfääri.

Kuid saavutatu pole veel piir. Maa südames valitseb rõhk, millele ei oska isegi nime anda; atmosfääride hulka väljendatakse siin arvuga, mis koosneb 340 numbrist! Hiiglaslik rõhk valitseb ka tähtedel.

Inimene vallutab järk-järgult uusi tõkkeid, õpib saavutama kolossaalseid rõhke teaduslikeks ja tehnilisteks otstarveteks.

* * *

Elektronaparaatides on samasugune hõrendus nagu planeetidevahelises ruumis. Ballooni läbipaistva seinakese taga kulgeb inimese poolt loodud lage, inimtühi, «vaakuumne tänav». See on sügav vaakuum. Ta tasakaalustab ainult ühe sajamiljardiku millimeetrist elavhõbedasammast — tabamatult väike suurus!

Aga meetripaksuste terasseinte taga, kunstlike teemantide torudes kuhjuvad molekulid ebatavaliselt tihedalt. Nad on uskumatult kokku surutud, vahed nende vahel on tugevasti vähenenud. Minna mööda

niisugust «tihendatud tänavat», mille halastamatult tõuklevad teekäijad on täiesti ummistanud, on peaaegu võimatu. See on kolossaalne viiesaja tuhande atmosfääriline rõhk. Ta suudaks tasakaalustada kolmesaja kaheksakümne kilomeetri kõrguse elavhõbedasamba!

Kujutlematult väikestest üligigantsete rõhkudeni — need on kaasaja õhuteaduse ja õhutehnika poolused.

Nagu trepiastmed tähistavad siin saavutatud edu. Kõige sügavamatest maapõue keldritest kuni planeetidevahelise ruumi kõige kõrgemate korrusteni tõuseb õhu kohta hangitud teadmiste trepp — ja tema lõppu ei olegi näha! Iga trepiaste on võidetud lahingutega, igaüks neist on inimese mõistuse ja töö suurepärase võitude tunnistajaks.

Palju aastaid tagasi ütles Vladimir Iljitš Lenin: «Inimmõistus avastas looduses palju kummalist ja avastab veelgi rohkem, suurendades sellega oma võimu tema üle.»

Need Vladimir Iljitši sõnad kehtivad täielikult ka pneumaatika valdkonnas.

Nähtamatu meistri viimane teene

Niisiis, meie raamatuke nähtamatust meistrist on lõppenud. Kuid see ei tähenda sugugi, et temast midagi rohkem rääkida pole. Ei, suruõhuenergia kasutamisest ja vaakuumtehnika edusammudest võiks luua kümme korda paksema raamatu kui meie raamat, ja ka selles ei-suudaks veel kõike ära jutustada.

Tõsi, peab märkima, et kõigi oma mitmekülgsete võimete peale vaatamata pole nähtamatu meister kaugeltki nii võimas, et ta suudaks asendada kõiki

kokku arvata kõigi pneumaatiliste mootorite võimsus, alustades soonimismasinat mootoritest ja lõpetades puurimismasinat või kruvikeerajate tibatillukeste mootoritega, saame soliidse arvu hobujõudu-
sid.

On tehnikaharusid, kus suruõhk on ainsaks ja kõige sobivamaks energialiigiks. Näiteks osutused pneumaatilised lahtiraiumishaamid efektiivsemateks kui elektrilised. Õhkpidureid on transpordis kasutatud juba sada aastat. Suruõhk on asendamatu mereasjanduses. Majade detailide ja seinte pneumaatiline puhastamine osutus kvaliteedilt ületamatuks.

Selles raamatukeses me ei jutustanud kaugeltki mitte kõigist pneumaatilise energia rakendamise võimalustest, vaid ainult mõningatest, kõige peamistest. Kuid ka jutustatust piisab veendumiseks, et nähtamatu meister on tõepoolest meister igale tööle.

* * *

Lõppkokkuvõttes võib öelda, et see raamatuke õhust on kirjutatud õhu enda kõige aktiivsemal ja vahetul kaasabil.

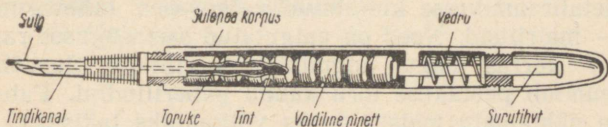
Kas nähtamatu meister tõesti kõigi oma teiste annete kõrval oskab ka veel kirjutada? Kas me teda liiga palju ei kiitnud?

Ta on tõepoolest hea kirjutaja. Selle raamatu mustand — käsikiri — ei ole kirjutatud hanesulega, vaid «igavese sule» ehk täitesulepeaga. Ja selgub, et see on niisugune sulepea, mis mitte mingi hinna eest ilma õhuta ei kirjuta!

Vaadake täitesulepea läbilõiget. Tema kõige tähtsamaks osaks on pipett, tavaline kummist pipett nagu seegi, millega silmatilku silma või nohu puhul protargooli ninna tilgutatakse.

Täitesulepeas on pipett gofreeritud (lõõtsastatud). Ta täidab tindipoti ülesannet. Pipett mahutab 20

kuni 30 tilka tinti. Pipeti vastu toetub vedruga surutihvt. Lased täitesulepea tindipotti, vajutad 8—10 korda surutihvtile ja tint täidab pipeti. Miks? Aga seepärast, et pipetile vajutades tõrjutakse sellest välja õhk. Kummitorukeses tekib hõrendus. Niipea kui surutihvt lahti lasta, surub atmosfäärirõhk tindi pipetti.



Raamat õhust on kirjutatud õhu enda aktiivsel kaasabil.

Nüüd võib kirjutada. Peenikest kanalit mööda valgub tint sulle otsani. Pipetis vabanenud kohale asub otsekohe õhk.

Hea täitesulepeaga võib ilma uue laadimiseta kirjutada mitu tuhat sõna. Tähendab, ei ole vaja iga minut sulge tindipotti kasta. Täitsid õhu abiga sulle — ja kirjuta!

Nähtamatu meister aitab mitte üksnes kirjutada raamatuid, vaid neid ka laduda ja trükkida.

Astume sisse ladumistsehhi. Näe, seal seisabki «raudne laduja» — masin, mille nimeks on monotüüp. Ilma suruõhuta ei lao ta mitte ainult ühtegi lehekülge, vaid ka mitte ühtainukestki punkti.

Oletame, et on vaja laduda sõnad «nähtamatu meister». Selleks lööb laduja järjekorras klahvidele, millel on tähed «n», «ä», «h» jt. Mis seejuures toimub?

Niipea kui vajutatakse klahvile, avab selle külge kinnitatud hoob suruõhule juurdepääsu reservuaarist masinasse ja nähtamatu meister astub tegevusse.

Suruõhk satub kahte silindrikesse ja lükkab kolvi-kesi. Viimaste külge on kinnitatud vaksali pileti komposterites kasutatavate nõeltega sarnased tera-vikud. Need löövad liikuvasse paberilindisse auke. Igale tähele vastab kaks augukest ja igal tähel on lindil rangelt kindlaksmääratud asukoht.

Auguline lint satub tähevalamisaparaati. Siin on metallraamikesse kinnitatud valgevasesest tähevormid — matriitsid. Need on paigutatud samasuguses ran-ges korras nagu augudki paberilindis. Suruõhk suundub peenikese toru kaudu paberilindini. Paber on nähtamatu meistri jaoks võitmatuks takistuseks. Õhk läheb ainult sealt läbi, kus on augud. Tungides läbi aukude, sunnib nähtamatu meister raamikest edasi liikuma, ja nii, et vajalik matriits oleks täpselt vastu tähevalamisaparaati. Samal silmapilgul valab masin matriitsi järgi tinatähe. Uus raami liikumine, uuesti valatakse täht. Ja nii toimub see täht tähe järel, kuni kogu lint on aparaadist läbi käinud.

Selle raamatukese auklik nimi muutus tinast nimeks.

Nüüd võib teksti trükkida.

Pneumaatiline laduja on väga suure töövõimega: ta võib valada kuni 70 tuhat tähte vahetuses.

Nüüd aga läheme naabertsehhi ja vaatame, kuidas nähtamatu meister abistab trükkijat. Trükimasina juures lebab paberivirn. Virna külgede juurde on kummaltki poolt veetud kummitorud. Neid mööda annab kompressor väikese rõhu all kergelt soojenda-tud õhku. Paber ajab end kohevile, õhuliste sõrmede õrna puudutusega eraldatakse poognad üksteisest. Virna kohal ripuvad torud, millel on otstes kummist iminapad. Vaakuumpump eemaldab torudest õhu. Paber imetakse kummist mütsikese külge; need aga annavad paberipoogna ettevaatlikult masinasse edasi.

Nähtamatu meister kannab paberl poogen poogna järel trükimasinasse, täienda aga ainult paberivirnal
Võimalik, et ka see raamatuke trükitakse tema abiga? . . .

Nüüd jääb meil veel üle paluda nähtamatut meistrit osutada meile veel üks, seekord viimane teene: kirjutada sõna, millega lõpetatakse kõik, isegi kõige paksemad raamatud maailmas.

See sõna on:



Sisukord.

Selle raamatukese kangelane	3
Esimehe peatükk — «Kaalutu eimiski»	7
Jonnakas purskkaev	7
Katse väljakul	15
Ookeani põhjas	21
Teine peatükk — Õhk töötab	27
Raudsed kopsud	27
Sulatusahju peremees	42
Savist laskemoon	47
Puhumisjõud	49
Pneumaatiline mutt	57
Ehtne metallitööline	59
Surmahaare	65
Väsimatu vormija	68
Osav ehitaja	72
Võimsad õlad	78
Kõige elastsem ratas	83
Kasulik orkaan	87
Hävitav puhang	94
Mängiv kompressor	98
Kolmas peatükk — Päästja osas	106
Inimene vee all	106
Merekülaline «Sadko»	114
Lainete taltsutaja	119
Kes peatab rongi?	127
Neljas peatükk — Väle teener	136
«Ukse avab juht»	136

Tolmuarmastaja	140
Täpne postiljon	146
Viies peatükk — Kasulik tühjus	151
Kosmiline hõrendus pudelis	151
Vaakuumne abiline	159
Polüüp neljal rattal	164
Lüps ilma lüpsjata	167
Eri poolustel	169
Nähtamatu meistri viimane teene	174

Мишкевич Григорий Иосифович

МАСТЕР-НЕВИДИМКА

На эстонском языке

Оформление В. Варе

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja H. Korgmann

Kunstiline toimetaja I. Torn

Tehniline toimetaja E. Lumet

Korrektorid V. Pillau ja M. Pedajas

Ladumisele antud 21. III 1960. Trükkimisele
antud 28. VI 1960. Paber 70×92, $\frac{1}{32}$. Trüki-
poognaid 5,75. Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 6,73. Arvutuspoognaid 7,54.
Trükiarv 6000. Tellimise nr. 3039. Hans Heide-
manni nimeline trükikoda, Tartu,
Ülikooli 17/19.

Hind rbl. 3.30

Rbl. 3.30

A-23283
IV

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00376118 8