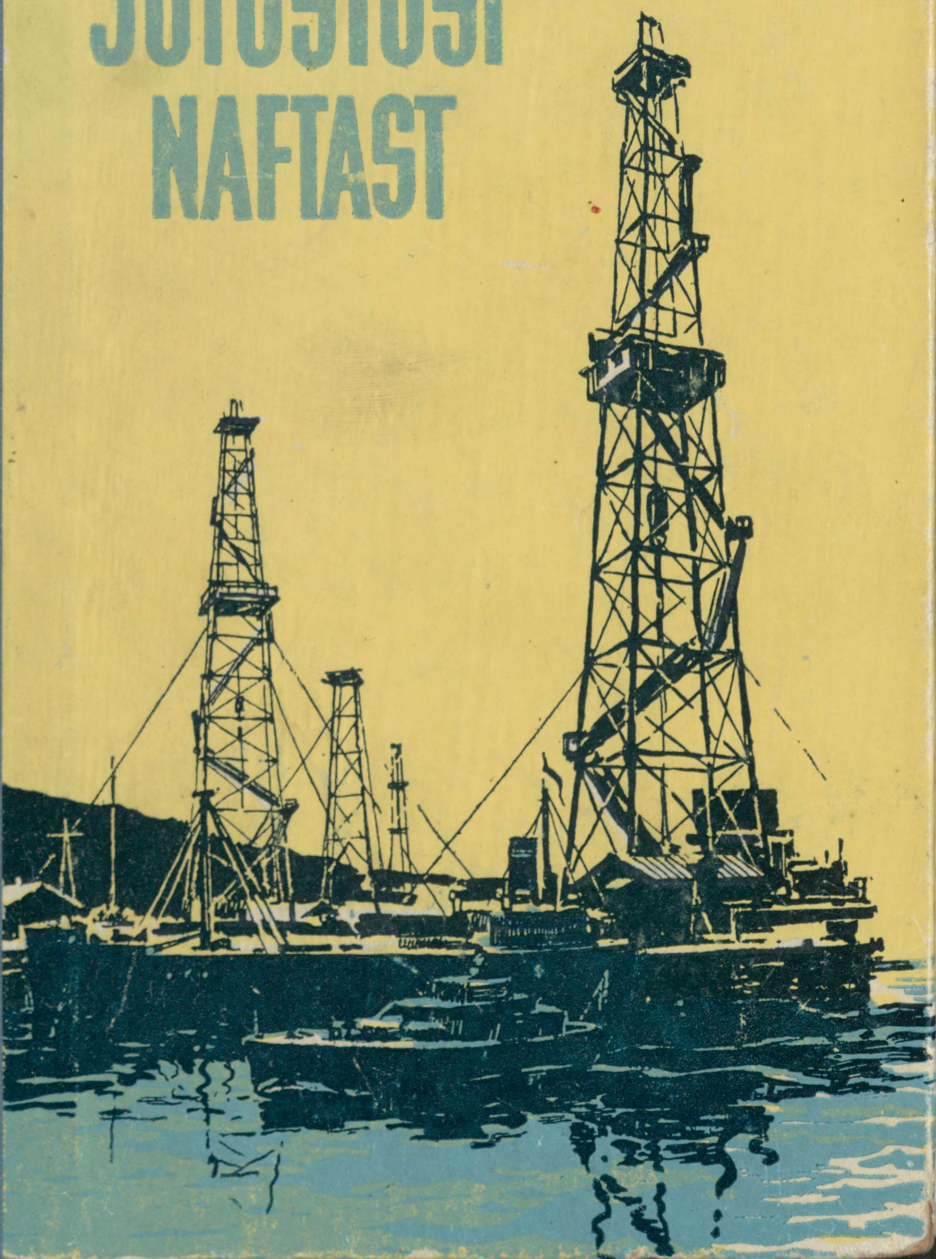
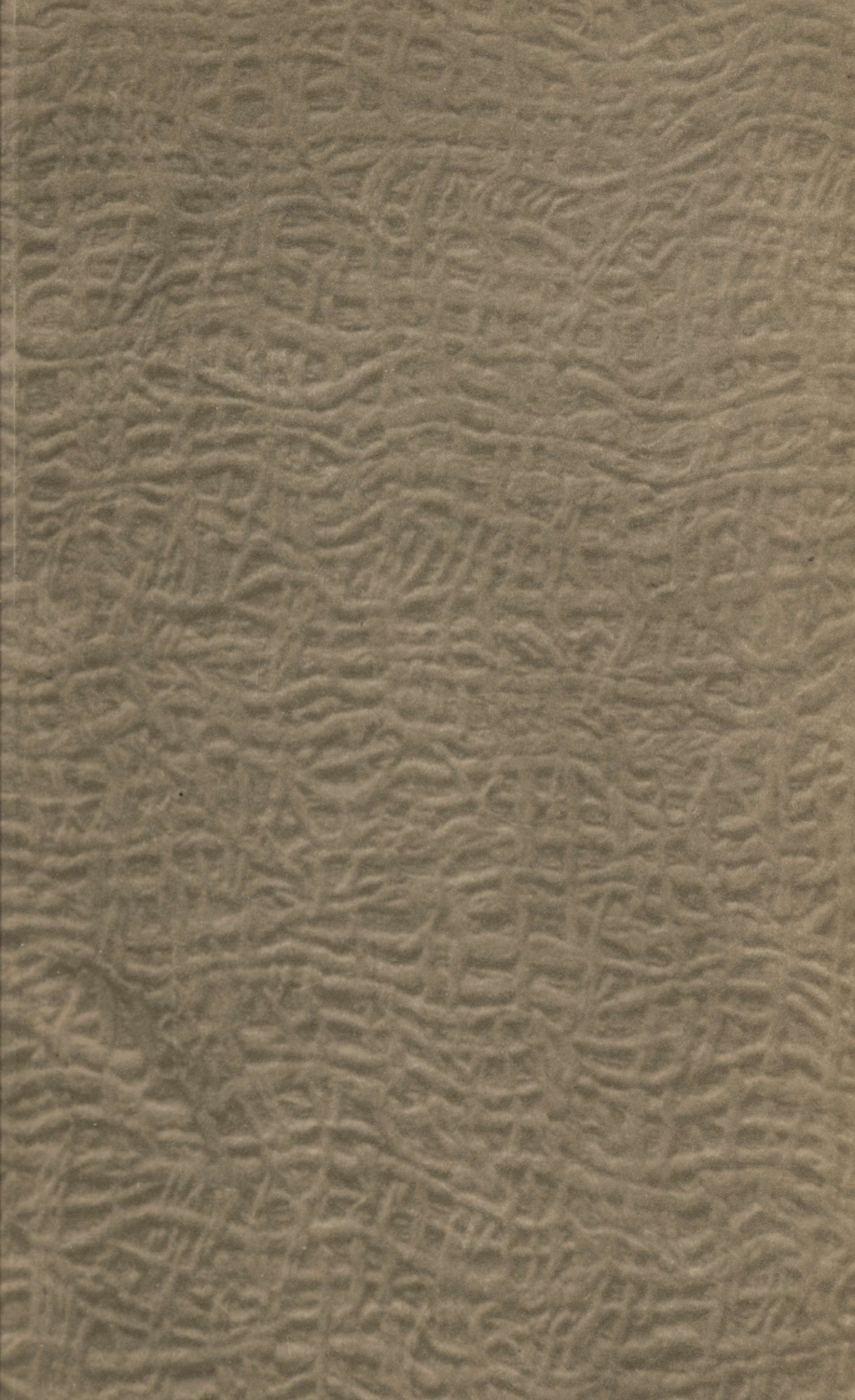


N. TIHHONRAVOV

JUTUSTUSI NAFTAST



2/33209



21056 II

Sundeksemplar

N. TIHHONRAVOV

JUTUSTUSI NAFTAST

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1956

Originaali tiitel:

Н. Тихонравов

РАССКАЗЫ О НЕФТИ

Государственное издательство детской литературы
Министерства просвещения РСФСР
Москва 1954

Tõlkinud A. Aarna





EESSONA

Kaheksakümmend aastat tagasi juhtis suur vene keemik Dmitri Ivanovitš Mendelejev esimese teadlasena maailmas tähelepanu nafta hindamatule väärtusele.

Tol ajal põletati seda suurepärasest looduse andi kolletes.

D. I. Mendelejev tõendas kirklikult, kuid tagajärjetult tsaarivalitsusele ja kapitalistidele-töösturitele, et nafta on hinnalisem rahast, et teda ei tohi põletada, vaid tuleb ümber töötada väärtuslikeks, inimesele vajalikeks aineteks.

«Kütta võib ka paberrahadega,» kirjutas ta nafta barbaarse põletamise kohta.

Läksid ajalukku sünged revolutsioonieelsed aastad tsaari-Venemaal. Nõukogude Liidu rahvad kommunistliku partei juhtimisel avasid inimkonna ajaloo uue lehekülje.

Teostades hiiglaslikku sotsialismi ehitamise programmi, rajasid nõukogude rahvad oma maal võimsa tööstuse, transpordi ja põllumajanduse, mis toetuvad kõrgele, pidevalt arenevale tehnikale.

Üheks tänapäeva tehnika tähtsaimaks aluseks on nafta.

Naftameistrite poolt maapõue sügavustest toodetav suurepärase vedelik on lõpuks leidnud oma õige kasutamisala, millest nii kirklikult unistas suur vene keemik D. I. Mendelejev.



D. I. Mendelejev.

Heitke pilk enda ümbrusse ja te võite kõikjal näha naftatöölise töövilja. Maapinnal, vees ja õhus ammutavad masinad naftasaa-dustest liikumisjõudu. Rahulik traktor ja kombain, hirmuärataav tank, reisirongi diiselveður, allveelaev, reisilennuk ja ähvardav hävitaja — kõik nad vajavad naftat.

Käesolev raamat on trükitud naftatahmast valmistatud trükivärviga. Trükinasinad, millel laoti ja trükiti raamat, ei saa töö-

tada ilma naftast toodetud määrdelideta.

Kui te loete seda raamatut petrooleumilambi valgusel, siis vaadake lambi õli anumast — sinna valatud petrooleum on samuti toodetud naftameistrite poolt. Kui aga teie toas särab elektrivalgus, siis meenutage, et ilma naftasaa-dusteta ei saa töötada ükski elektrijaam.

Sinises taevas tormab valgeid pilvi läbi lennuk. Tema mootoreid toidetakse bensiini või reaktiivkütusega, mida toidetakse naftast.

Miljonid autod ja traktorid liiguvad meie linnade ja asulate tänavatel, meie teedel ja põldudel. Ka neid paneb liikuma bensiin või petrooleum.

Masinate ja mehhanismide liikuvad ja pöörlevad osad ei saa töötada ilma naftast toodetud määrdaineteta.

Nafta koostisosi või tema ümbertöötamise saadusi leidub seebis ja vaseliinis, kingakreemis ja lõhnaõlides, kalosides ning plankude ja katuste värvimiseks kasutatavas värvis.

Autode ning mootor- ja jalgrataste välis- ja sisekummid, vihmamantlid, lõhkeained ja mittepurunev klaas on kõik kas täielikult või osaliselt valmistatud nafta töötlemise saadustest.

Mis on siis nafta?

Miks hindas D. I. Mendelejev teda väärtuslikumaks rahast? Miks saab temast valmistada kingakreemi ja arstmeid, bensiini ja asfalti, seepi ja värvi, lõhnaõli ja mürk-

gaase ning tuhandeid teisi, sageli üksteisele lausa vastupidiste omadustega aineid?

Sellest kõigest, aga samuti ka sellest, miks meile nafta on nii vajalik, kus ta leidub, kuidas teda otsitakse, toodetakse ja töödeldakse, jutustab käesolev raamat. Temas loomulikult puuduvad paljude naftatehnoloogia üksikasjade kirjeldused. Kes on huvitatud neist üksikasjadest, peab lugema vastavaid tehnilisi raamatuid. Käesolev raamat jutustab lugejale naftast ja naftatöölise tööst ainult olulisima.

Mida kõrgemale tõuseb meie materiaalne ja kultuuriline tase, seda rohkem vajame naftat.

Naftal on väga suur osatähtsus meie kodumaa jõukuse ja kultuuri edasisel tõstmisel, meie sotsialistliku riigi jõu- ja kaitsevõime tugevdamisel, meie maal kommunismi ehitamisel.

MILLAL HAKKAS INIMENE KASUTAMA NAFTAT

Arheoloogide leiud

Onn naeratas talle alles õhtul, pika tööpäeva lõpul, pärast peaaegu terve päeva kestnud pidevat kaevamist lõomava päikese käes. Noore arheoloogi sõrmed sattusid mingile kõvale esemele.

«Siin on midagi!» hüüatas ta erutatult.

Teine, hallipäine arheoloog heitis kiiresti kõrvale juba selga tõmmatud kuue ja laskus auku. Käte ja väikeste labidatega hakkasid nad kõrvaldama kõvaks muutunud liiva. Mida rohkem nad liiva välja loopisid, seda rohkem haaras neid erutus.

Liivast tuli välja rohmakavõitu, massiivne marmorkuju. Arheoloogid kõrvaldasid marmorilt harjadega sajandite mustuse. Noor arheoloog puhastas kuju pead, professor aga alust.

«Valmis!» lausus ta rahuldatult pärast pooletunnist rasket tööd.

«Pealiskiri?»

«On jäljed, ja päris selged. Tulge korraks siia.»

Instrumentide ja harjadega varustatud arheoloogid kummardusid kuju kohale.

«Kiri on Babüloonia-eelsest perioodist,» ütles selga sirutades noorem arheoloog.

«On küll,» kinnitas professor. «Vana-Babüloonia riik eksisteeris teisel aastatuhandel enne meie ajaarvamist, see kiilkiri aga on nähtavasti vähemalt tuhat aastat vanem. Kui ma ei eksi, siis on see vanade sumerlaste kiilkiri, kes asustasid viis tuhat aastat tagasi Lõuna-Mesopotaamia maa-ala Tigriise ja Eufrati jõgede vahel.»

Kiilkirjamärgid joonistati paberile ja vanem arheoloog siirdus telki. Ilma käsiraamatuteta ei saanud ta arusaamatuid märke dešifreerida.

Noorem aga võttis uuesti käsile kuju pea. Ta puhastas suu ja nina. Ainult silmakoopad olid veel tihedalt täidetud peaaegu kivistunud liivaga. Muistsete kujude silmakoobastest oli sagedasti leitud vääriskive ja noor arheoloog töötas kahekordse ettevaatusega.

Poole tunni pärast väljus professor telgist ja hüüdis noorele kaaslasele:

«Hei, kuulge, tööpoolest umbes viis tuhat aastat!»

Istudes augu servale, laotas ta lahti paberi-poogna.

«Kuulake, mis ma lugesin. See kuju on sumerlaste ühe esimese valitseja, Adaba kuninga Lugal-daudi mälestus-märk.»

Kuid noorem arheoloog millegipärast ei ilmutanud mingisugust vaimustust. Ta langetas pea ja vaikis.

«Mis teiega on, kas te pole rahul? See on ju Vana-Idamaa ajaloo uurijatele üliväärtuslik leid.»

«Olen küll rahul,» naeratas häbelikult noorem. «Ma olen väga rahul, kuid...»

«Mis «kuid»?» Professor tõusis ärritatult.

«Siin on uus mõistatus, mida nähtavasti pole võimalik lahendada.»

Professor libistus augu põhja.

«Mida te leidsite?»

«Vaadake ise,» ja noor arheoloog osutas pintsettidega kuju silmakoobastele.

«Must aine?» imestas professor, olles hoolikalt vaadelnud silmakoobaste sisemust.

«Ma uurisin seda, kuidas oskasin, isegi põletasin väikese tükikese. Kõvaduse poolest on nagu kivi, kuid põleb.»

«Mis see teie arvates võiks olla?»

«Bituumen või asfalt, nagu vanasti nimetati ja praegugi nimetatakse naftast moodustunud poolvedelat või tahket ainet.»

«Aga kuidas sattus see siia?»



Liivast leiti marmorkuju.

«Selles ongi mõistatus...»

Kuningas Lugal-daudi kuju silmakoopaid täitva musta aine saladus lahendati mõni aeg hiljem, kui avastati veel teisi kujusid. Kaks tuhat kolmsada aastat enne meie ajaarvamist elanud muinas-Sumeri kuninga Maništusi kujul olid säilinud lubjakivist osavasti valmistatud silmad. Silmamunad olid tugevasti kinnitatud bituumenist pesadesse.

Hiljem leidsid arheoloogid bituumenist ilustustega vaase ja bituumenist loomakujusid, mis olid valmistatud kaks kuni kolm tuhat aastat enne meie ajaarvamist.

Arheoloogid selgitasid, et Vana-Idamaal kasutati bituumenit majade, paisude ja teede ehitamisel.

Iidsete sumeri templite ehitamisel El-Obeidis kasutati bituumenit sideainena.

Laialdaselt kasutati bituumenit vanas Egiptuses surnud vaaraode kehade balsameerimisel.

Paljude vaaraode kehad, mis olid mähitud sula bituume-niga immutatud riidekangasse, on säilinud kuni meie ajani. Nad on laialdaselt tuntud muumiate nimetuse all.

Seega nafta esimesest kasutamisest inimese poolt jutustasid meile arheoloogide leiud ja egiptuse muumiad. Sellest jutustusest selgub, et esimesena ei tutvunud inimene mitte vedela naftaga, vaid nafta muundumissaadustega — bituumeniga ja asfaldiga.

Kus, millal ja kuidas avastas inimene esmakordselt vedela nafta, on teadmata.

Teatavasti juba ajastul, millal ürginimesed õppisid valmistama kivist relvi, mida nad aga veel ei osanud lihvida, oli Kaspia mere edelarannik asustatud. Seal elavad suguharud omasid tolle aja kohta kõrget kultuuri.

Veel vanematel aegadel, enne inimese ilmumist, s. o. rohkem kui viissada tuhat aastat tagasi, tungis seal kohati nafta maapinnale.

Kas ürginimesed kasutasid seda naftat? Arvatavasti küll, kuid mingeid tõendeid selle kohta pole.

On teada, et inimene tundis iidsetest aegadest naftat tule allikana. Vana-Idamaa paganausupreestrid hämmastasid oma kaasmaalasi «taevase tule maa peale toomise» imega, põletades ohvriurnides naftat.

Inimene oli tuttav ka põleva naftagaasiga. «Igavesed tuled» — põlevad naftagaasid — Väike-Kaukasuse jalamil olid tuntud juba kuus tuhat aastat enne meie ajaarvamist. Ammustel aegadel kasutati Hiinas maagaasi templite val-

gustamiseks. Iidsetest aegadest peale põlesid «igavesed tuled» Kaspia mere läänerannikul.

Atešga — igavene tuli

Rohkem kui kaks ja pool tuhat aastat tagasi kummardasid paljud India, Iraani ja Horezmi rahvad tulejumalat. Indias nimetati seda jumalat Agniks.

Endi eraldamiseks teistest inimestest joonistasid tulekummardajad heleda ookruga oma laubale ja põskedele tulekeeled.

Vana-Idamaa tulekummardajaile oli teada, et Hyrcaniumi mere (praegune Kaspia meri) edelakaldal suurel poolsaarel põleb juba iidsetest aegadest peale atešga — igavene tuli.

Sajandite vältel käisid selle tule juures palverändurid. On teadmata, millal see «igavene tuli» tekkis. Pole teada, kas selle süütas karja hoidev karjane või pikne, mis lõi kivisse. Praeguse Ordžonikidze-nimelise Surahhanõ naftatööstuse piirkonnas, mis asub kolmkümmend kilomeetrit eemal kaasaegsest Bakuust, tekkis kunagi maapinna kohale sinakaspunane leek, mis põles öid ja päevi, kuid, aastaid ja aastasadasiid.

Surahhanõ «igavene tuli» põles kuni XIX sajandi lõpuni meie ajaarvamise järgi. Inimesed, kes mõistatasid tema saladuse, kustutasid ta.

«Igaveses tules» polnud midagi salapärast: põles maa-põuest välja tungiv naftagaas.

Kui inimene sai aru, millist rikkust sajandite vältel neelas leek, kustutas ta selle.

Nii säilis ainult mälestus «igavesest tulest» ning tulekummardajatest, kelle järeltulijad veel praegugi elavad Aserbaidžanis, Indias ja Iraanis.



*Tulekummardajate tempel
Bakuu lähedal.*

Surahhanō asula lähedal seisab vana karavanserai. Selle õue sisemuses kerkib väike kuubikujuline ehitus — Atešga tempel. Templi keskel on sügav kaev, millest voolas välja gaas. Kaevust juhtisid osavad preestrid torud templi katu-sele. Gaasi põlemisel tekkinud meetripikkused leegid lehvi-sid katuse iga nurga kohal.

Meie päevini säilinud templi ehitamise aeg pole täpselt kindlaks tehtud. Karavanserai kongides leidub palju india kirjasid, kuid neid pole tänapäevani uuritud. Oletatakse, et praegune templihoone on püstitatud XVIII sajandi algul seal varem olnud, VI sajandil ehitatud templi asemele.

Inimestele oli ammu teada, et nafta mitte üksnes ei põle, vaid ravib ka hästi loomade nahahaigusi. Lahkudes «iga-ve-se tule» juurest, viisid muistsed palverändurid endaga kaasa nahkkottidesse laaditud bakuu naftat.

Nafta ajaloo raamatuis leidub viiteid sellele, et rohkem kui kolmsada aastat enne meie ajaarvamist, Makedoonia Aleksandri sõjakäikude ajal, ei kasutatud praeguse Bakuu rajoonist välja veetud naftat mitte üksnes Väike- ja Kesk-Aasias, vaid isegi Gangese jõe lähistel.

Vana- ja keskajal ei toodetud naftat mitte üksnes Bakuus. Rohkem kui kaks tuhat aastat tagasi toodeti naftat Gruu-sias. Sellest jutustavad Mirzaani rajoonis säilinud vanade naftakaevude jäänused. Väga ammu toodeti naftat Krim-mis, millest räägivad hiljuti Lõuna-Venemaal arheoloogide poolt leitud vanad naftaga täidetud savinõud — amfoorid.

Savianuma jutustus

Tamani lahe idakaldal, Sennaja staniitsa lähedal, ühe masina-traktorijaama territooriumil asus grupp nõukogude arheolooge lahti kaevama vana linnust.

Juba ühe meetri sügavusel sattusid nad huvitavale leiule.

Päevavalgele toodi kolm täiesti säilinud savianumat, nagu neid vanasti kasutati veini, oliiviõli ja vee hoidmi-seks.

Savianumate pind oli puhas, ilma ilustusteta. Valmis-tatud olid nad uhutud savist, põletatud ja glasuuriga katmata. Oma vanusega nad arheolooge ei hämmastanud. Nad olid valmistatud VI sajandil meie ajaarvamise järgi, s. o. ligikaudu tuhat nelisada aastat tagasi.

Krimmis, Tamani poolsaarel ja Musta mere rannikul Anapa rajoonis avastasid arheoloogid vanemaid savianumaid. Nende savianumate pinnal olid antiikaja joonistused ja kirjad, mis jutustasid Krimmi ja Musta mere põhjarranniku rahvaste kultuurist kuussada kuni viissada aastat enne meie ajaarvamist.

Tamani lahe kaldalt leitud savianumad ei paku sellest seisukohast suurt huvi, kuid see-eest nad sisaldasid saladuse, mis erutas arheolooge. Anumad olid tihedasti suletud savikorkidega ja sisaldasid mingisugust vedelikku, mis oli sinna valatud inimeste poolt peaaegu poolteist tuhat aastat tagasi.

Mis vedelik see oli?

Millist saladust säilitasid savianumad? Savianumate ümber ei kogunenud mitte üksnes arheoloogid. Salapärase leid huvitas ka masina-traktorijaama töötajaid.

Lõpuks eemaldati ühe savianuma kork. Arheoloogid ja masina-traktorijaama töötajad piilusid kordamööda savianumasse. Seal läikis mingisugune vedelik. Anumast leviv lõhn oli tuttav, kuid määrata, mis vedelik on anumad, ei osanud otsekohe keegi.

«Haiseb nagu petrooleum,» ütles üks.

«Ei, see on kindlasti bensiin,» kinnitas teine.

«Bensiin ja petrooleum on läbipaistvad, see vedelik on aga tume. See on masuut,» tõendas kolmas.

Vedeliku täpse nimetuse määras Krasnodarist kohale tulnud naftageoloog.

Ta puhastas pajuoksa, pistis selle vedelikku ja tõmbas välja, libistas siis oksa koos tumeda vedelikuga sõrmede vahelt läbi, nuusutas ja teatas kindlalt:

«See on nafta!»

Ja samas küsis ta arheoloogidelt erutatult:

«Millisest ajast on pärit need savianumad?»

«Ligikaudu kuuendast sajandist või viienda sajandi lõpust.»

Geoloog erutus märgatavalt.

«Seltsimehed!» pöördus ta juuresolijate poole. «Hoidke seda naftat! Teda pole siin palju, kuid ta on väga vajalik meile, nafta alal töötajaile. On vaja täpselt kindlaks teha, kust ta sattus neisse savianumatesse.»

Ta sulges tihedasti savianuma ava ja suundus kiirete sammudega staniitsasse, kus asus telefon.

Kaevamiste rajoon oli Krasnodari naftatööstuse lähedal

ning vaevalt jõudis geoloog teatada savianuma ja nafta leiust, kui juba Krasnodari Naftauurimise Instituudi teaduslikud töötajad sõitsid autodel suurima kiirusega staniit-sasse.

Leitud naftat uuriti üksikasjaliselt. Koostise ja omaduste järgi tehti kindlaks, et ta ei ole kohaliku päritoluga, vaid mujalt sisse toodud, ning et ta on toodetud peaaegu poolteist tuhat aastat tagasi Kertši poolsaarel, valatud seal savianumatesse ja toodud Tamanile.

Nii jutustasid nõukogude arheoloogide poolt leitud savianumad, et VI sajandil toodeti Lõuna-Venemaal Kertši rajoonis naftat ning seda mitte üksnes kohalikuks tarbeks, vaid ka väljaveoks teistesse rajoonidesse.

Naftatööstuse kodumaa

Kaua aja jooksul ammutas inimene naftat otse naftaallikatest — looduslikest paikadest, kus nafta tungib maapinnale. Selliseid kohti oli maakera mitmesugustes osades palju, kõige rohkem aga leidis neid Bakuu ümbruses. Merre laskuvates nõgudes voolas siin nafta ojadena.

Kui naftaallikad kuivasid, kaevati kraavid, kuhu siis kogunes nafta.

Koos orjandusliku ühiskonna ja primitiivse vahetuskaubanduse arenemisega hakkas kasvama ka nõudmine nafta järele. Kraavid ei suutnud enam seda nõudmist rahuldada. Nafta tootmiseks hakati kaevama kaevusid.

Nii tekkis arvatavasti juba orjandusliku ühiskonna perioodil Bakuu ümbruses esimene naftatööstus, mis ei varustanud naftaga mitte üksnes ümbruskonna asulaid, vaid ka kaugeid maid.

Naftalinna Bakuu ajalugu on pikk.

Tänapäeva naftalinna vanust meenutab igale Bakuusse sissesõitjale aegade jooksul halliks tõmbunud vana arhitektuuri mälestusmärk, legendaarne Neitsitorn.

Torn on ehitatud rohkem kui kaheksasada aastat tagasi, XII sajandi esimesel poolel. Sajandite kestel on bakuu tuuled rünnanud suursuguse ehituse halle kive, kuid torn püsib niisama kindlana kui kaheksasada aastat tagasi.

Tema seinte paksus on torni jalal umbes viis meetrit ja ülemises osas neli meetrit.

Mereranna ja torni vahel paiknevad majad, ulatuslikku parki läbib tänav.

Kui seista näoga torni ja seljaga mere poole, siis on kaugel paremal näha Musta ja Valge linna ehituste siluetid. Mustaks linnaks nimetatakse Bakuu rajooni, mis enne revolutsiooni oli äärmiselt räpane. Pinnas oli siin läbi imunud naftaga ja kõik ehitused mustad neid katvast õlisest tahmast.

Siin suitsesid Bakuu naftatöösturite vabrikukesed.

Praegu pole Mustas linnas mustust. Vanade räpaste patareide asemel seisavad uued tehased. Nõukogude naftatöölised ehtasid uute tehaste hiigelkombinaadi ka Valgesse linna.

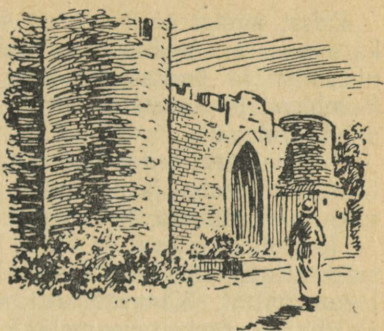
Bakuu lähedale, Tšemberkendi mäele on rajatud S. M. Kirovi nimeline mägi-park. Park on bakuulaste lemmik ja uhkus. Pargist, eriti S. M. Kirovi mälestussamba juurest on linn hästi näha.

Bakuu ilu on ainulaadne.

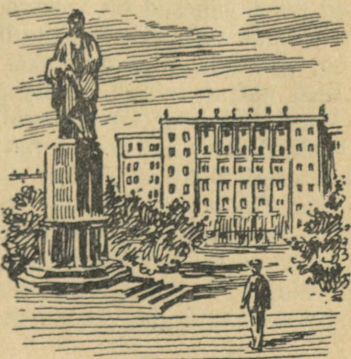
Seal leidub astmetena mere suunas laskuvaid ja mägilaste elamuid meenutavaid lameda katusega maju. Seal võib näha vanu, kuplitaoliste katustega, peente sihvakate minarettidega mošeesid, nende kõrval aga kaasaegse suurepärase arhitektuuriga kaheksa- kuni kümnekorruselisi maju.

Bakuus on säilinud suur hulk vana kultuuri mälestusmärke ja nende kõrval areneb uus nõukogude sotsialistlik linnakultuur.

Tšemberkendi mäelt on meres näha üleujutatud ehituste jäänuseid. Siin oli minevikus Sirvan-šahhi, Bakuu ja Šemahha khaaniriigi valitseja loss.



Vana kindlus Bakuus.



Uued majad nõukogude Bakuus.

Tuhat aastat tagasi kees siin elu. Lossi juures olevas karavanserais peatusid kaugelt Araabiast, Iraanist, Afganistanist ja Indiast tulnud kaupmehed. Siin puhkasid Bombayst ja Karatšist «igavest tuld» kummardama tulnud palverändurid.

Hallihabemelised tõmmud inimesed, ookriga maalitud tulekeeled laubal ja põskedel, palvetasid kolm korda päevas tule- ja elujumala Agni ees.

Hommikul, päeval ja õhtul hõljus karavanserais nargile¹ suits. Kaupmehed vaidlesid. Nad ostsid ja müüsid odavat bakuu naftat. Karavanserai seina taga hirnusid hobueeslid ja ohkasid raskelt kaamelid.

Tuhat aastat tagasi sõitis Bakuusse suursugune rändur Bagdadist. Tema kaamelikaravan ei olnud suur, kuid aja-
jad olid kõrgid ja vaatasisid teistele üle õla. Nad uhkustasid oma isandaga.

Isand ei otnud ega müünud midagi, vaid kirjutas, ja temasse suhtusid austusega isegi kõige pugejalikumad ja kõige uljamad kaubitsejad.

See oli araabia ajaloolane ja rändur Masudi. Päeval ta vaatles naftaallikaid, õhtul aga kirjutas. Hiljem istus ta lõunasse — Täbrisesse ja kaugesse Kerbelasse — suunduva peatee ääres ja loendas, mitu naftaga täidetud nahklähkrit veetakse Bakuust välja. Neid lähkreid veeti kaamelite seljas ja arbaadel.

Samuti toimis ta põhja poole — Derbenti ja Bulgaaria tsaaririiki — kulgeval teel.

Ainult vähesed Masudi märkmed on säilinud meie ajani, kuid need vähesed on äärmiselt väärtuslikud.

«Bakuus on palju naftaallikaid,» kirjutas araabia teadlane, «peamisi aga on kaks. Ühest toodetakse heledat ja kollast naftat, teisest musta ja sinist.»

Masudi tõendas järeltulevatele põlvedele, et juba X sajandil oli Bakuus arenenud naftatööstus. Ta kirjutas, et tol ajal veeti Bakuust naftat slaavi maadesse, Armeeniasse, Iraani, Bütsantsi, Rooma, Indiasse ja paljudesse teistesse Lähis- ja Kaug-Ida maadesse.

1683. aastal tuli Bakuusse saksa looduseuurija E. Kämpfer. Nagu Masudi ei tegelnud temagi kauplemisega, vaid kirjutas raamatuid. Ta sõitis läbi Bakuu naftatööstused ja

¹ Nargile — vana iraani vesipiip.

hindas, et tema Bakuu naftatööstuse külastamise aastal toodeti seal kümme tuhat batmani naftat ööpäevas.

Batman on umbes kolm ja pool kilogrammi. Tähendab, kakssada seitsekümmend kolm aastat tagasi toodeti Bakuus kolmkümmend viis tuhat kilogrammi naftat ööpäevas. Tol ajal toodeti naftat ainult Bakuus, nii et see oli ühtlasi nafta kogu maailmatoodanguks.

Teistes maailma maades hakkas nafta tootmine arenema hiljem.

Palju naftatorne on praegu laiali pillatud üle kogu maakera. Mitte enam kaheteistkümmenele tuhandele, vaid kuuesajale miljonile tonnile hinnatakse praegu maailmas nafta aastatoodangut. Kõik nafta-puurtorid kogu maakeral on meie Bakuu — maailma naftatööstuse isa, vanaisa ja vana-vanaisa — lapselapsed ja lapse-lapselapsed.

II peatükk

MEIE NAFTA

Mis oli enne revolutsiooni

Revolutsioonieelse Venemaa naftakaarti võib võrrelda Kara-Kumi kõrbe kaardiga. See oli tühi maa-ala, kus ainult lõunapiiril sõna otseses mõttes oasidena liivakõrbes leidsid üksikud tornid.

Enne Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni toodeti Venemaal naftat ainult viies rajoonis: Bakuus, Groznõis, Maikopis, Emba jõe piirkonnas ja Ferganas.

Raske ja röömutu oli revolutsioonieelse Venemaa naftatöölise töö.

Tuhat aastat tagasi kuulusid Bakuu tööstused feodaalidele — prohvet Muhamedi austajatele. Aserbaidžani rahvas töötas päeval ja ööl nende heaks. Hiljem punusid Bakuusse oma pesad sajad kapitalistid-naftatöösturid. Naftatöölistel ei olnud väljapääsu räpasest ja pimedast orjusest. Maapõue röövekspluateerimine ja töölise kõige halastamatum kurnamine tõid kapitalistidele hiigelkasumeid, nii et naftat hakati nimetama «mustaks kullaks».

«Musta kulla» ümber siginesid tuhanded kaupmehed ja töösturid. Ainuüksi Bakuus oli kuni seitsesada suuremat ja väiksemat firmat, mis tegelesid nafta tootmisega.

Algul tootsid revolutsioonieelsel Venemaal naftat oma-aised töösturid: Mirzojevid, Tarumovid, Montaševid ja paljud teised. Hiljem tulid naftaväljadele välismaalased.

1873. aastal purskas Bakuus, Balahhanõs esimene võimas naftafontään. Puurauk, millest purskus fontään, oli ainult viisteist meetrit sügav. Odav nafta tungis puuraugust välja kõrvulukustava mõirgamisega ja ujutas üle kogu ümbruse.

Sõnum Bakuu fontäänidest levis kiiresti ka välismaal. Bakuusse voolas välismaa kapitaliste. Neid oli palju ja nad tegutsesid nii osavasti ja kiiresti, et kohalikud kapita-



Enne revolutsiooni toodeti naftat ainult seal, kuhu on joonistatud puurtornid.

listid ei jõudnud ringi vaadatagi, kui kõik paremad ettevõtted olid välismaalaste kätes. See toimus järgmiselt.

Esimesena saabus Bakuusse Nobel, kohvrid täis raha,



Bakuu naftatööliste revolutsioonieelsed kasarmud.

mida talle olid andnud saksa pangad püssilaadideks vajaliku pähklipuu ostmise ettekäändel.

Seni kui Mirzojevid, Tarumovid, Montaševid ja teised tegid avaldusi maatükkide saamiseks ja püstitasid oma piiritulpi, alustas Nobel naftatöötlemistehaste ehitamist, haaras enda kätte kogu naftatranspordi ja seejärel peaaegu

kogu Venemaa petrooleumikaubanduse.

Nobeli järel tulid Bakuusse prantsuse pankuri Rothschildi esindajad. Nad rajasid oma ühingu, andes sellele nimetuse «Kaspia—Musta mere Ühing», ja vallutasid kogu bakuu nafta turustamise välismaal, rahvusvahelisel turul.

Ühel ilusal päeval kogesid bakuu naftatöösturid, et nad võivad küll naftat toota, kuid müüa pole teda kuhugi. Toodetud naftat ei saanud nad isegi ära vedada, sest kõik oli sõltuvuses Nobelist ja Rothschildist.

Bakuu firmad sattusid raskustesse. Seda kasutasid ära inglased ja ameeriklased, kes ostsid üles peaaegu kõik naftat sisaldavad maa-alad.

Esimese maailmasõja künnisel kaks kolmandikku Venemaa naftast toodeti otseselt või kaudselt väliskapitalile alluvate firmade poolt.

Kapitalistid said tohutuid kasumeid. Nende kasumite algallikaks oli tööliste töövaev.

Mingeid tehnilisi uuendusi 1890. aastast kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini naftatööstustes ei teostatud. Nafta tootmise ja ümbertöötamise tehnika oli pärrimiselt mahajäänud ja algeline.

Puuraukude puurimine ja nafta tootmine toimus käsitsi, tööliste füüsilise jõuga. Põlvini naftas ja poris seisvad töölisel vedasid raskusi, ergutades end hüüetega: «Hei, veel kord! Hei, tõmbame!...»

Keegi ei huvitunud sellest, kuidas elasid töölisel. Nad elasid aga kiiruga vineerist kokku löödud osmikutes, räpastes kasarmutes, isegi läheduses olevatesse kungastesse kaevatud mullakoobastes. Aastate jooksul mahapesemata nafta põhjustas haavandite tekkimist kätel ja kehal, nafta-

gaasid hävitasid kopse. Töövõime kaotanud või haigestunud töölised aeti tööstusest minema ja nad konutasid teede ääres, mangedes oma seltsimeestelt tükki leiba.

M. Gorki kirjutas revolutsiooniaalsest Bakuu naftatööstusest järgmist:

«Naftatööstused on jäänud minu mällu geniaalselt valmistatud pildina süngest põrgust,» — nii võttis ta kokku oma muljed kapitalistliku Venemaa naftatööstusest.

Kapitalismi pärand

Ahervared, purustatud tehased, kuulidest läbistatud reservuaarid, üleskistud juurdeveoteed — sellise pärandi said naftatöölised kapitalistidelt.

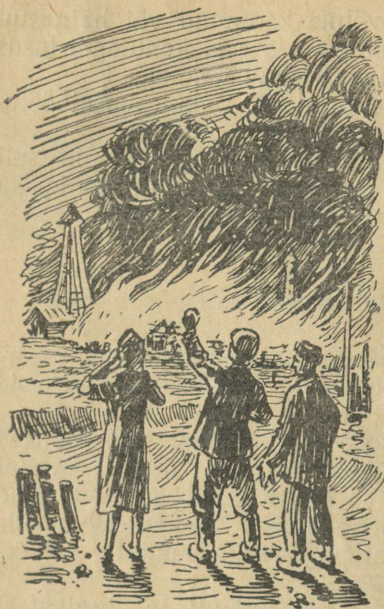
Kodusõja aastatel, iga kord kui relvastatud töölised haarasid võimu, hiilisid kapitalistide ja nende kannupoiste — esseeride ja menševike — poolt palgatud süütajad nafta-puurturnide, destillatsioonitehaste ja reservuaaride juurde. Naftat ja petrooleumi pole raske süüdata, selleks on ainult vaja toos tikke...

Aserbaidžani natsionalistid, menševikud ja inglased intervendid otsustasid süüdata kõik naftatöötlemisettevõtted ja Kaspia mere flotilli.

Kommunistlik partei suunas tookord Bakuusse rühma parteitöötajaid puuraukude, tehaste ja laevastiku kaitse organiseerimiseks. Kommunistid läbisid rinde, tungisid Bakuusse ja organiseerisid suurearvulised salgad naftatööstuse kaitseks. Bakuu töölised valvasid teraselt iga puurturni ja reservuaari, kuid üksikutes kohtades õnnestus interventidel ja valgetel bandiitidel siiski esile kutsuda tulekahjusid.

Groznõi töölised kaitsevad Vana-Groznõi rajooni. Nad ümbritsesid ta okastraat-tõkkega, traati aga juhtisid elektri-voolu. Kuigi ümberringi olid valgekaartlased, jäi Vana-Groznõi rajoon tööliste kätte. Uus-Groznõi rajooni aga ei õnnestunud kaitsta.

Inglise kolonel O'Renn tungis naftafontäänideni ja süütas need. Tohtu naftarajoon plahvatas põlema nagu tuletikk. Puuraukudest paiskusid tulesambad kuuekümmne kuni kaheksakümmne meetri kõrgusele. Põles isegi naftaga läbiimbunud pinnas. Öösiti püsis tööstuse kohal kohutav veripunane tulekuma. Päeval varjutas must suits päikese



Poolteist aastat põlesid Groznõi naftafontäänid.

alates orust, kus voolavad Sunža kollased veed, kuni Kaukasuse mäeaheliku tip-pudeni.

Tulekahju kestis pool-teist aastat.

Tuli hävitas rohkem kui poolteist miljonit tonni naf-tat ja kõik tööstusseadmed.

Kapitalistide pärand töö-listele oli järgmine:

Bakuu kolme tuhande viiesajast puuraugust oli järele jäänud alla poolteise tuhande;

Groznõis olid uues rajoo-nis ja vana rajooni lõuna-osas — Soolanõos — lõhu-tud kõik puuraugud;

Bakuu kahekümne ka-heksast destilleerimisteha-sest oli säilinud ainult seitse;

Groznõis oli säilinud ai-nult neli tehist; kõik üle-

jäänud tehased vajasisid põhjalikku remonti.

Puudusid puurimiseks vajalikud masinad ja torud.

Noor Nõukogude riik tundis teravat vajadust nafta järele. Teadlased valmistasid Moskvas isegi sünteetilist naftat, kuid see oli liiga kallis ja teda saadi väga vähe.

1920. aasta novembris saatis kommunistliku partei Keskkomitee Bakuusse spetsiaalse naftakomisjoni, kes koostas ulatusliku programmi põlenud ja lõhutud nafta puuraukude ja tehaste kiireks muutmiseks eesrindliku teh-nikaga varustatud sotsialistliku tööstuse ettevõteteks.

See oli osmikute ja mullakoobaste likvideerimise ning uute valgusküllaste sotsialistlike linnade ja asulate loomise programm.

Viisaastakute tulemused

1955. aastal möödus kolmkümmend seitse aastat dekree-di avaldamisest naftatööstuse natsionaliseerimise kohta ja

kolmikümmeend viis aastat Bakuu ja Groznõi vabastamisest valgekaartlikest jõukudest ja interventidest.

Nende aastate vältel loid naftatöötajad kommunistliku partei juhtimisel meie maal võimsa sotsialistliku naftatööstuse.

Ei leidu sõnu ega näiteid, mille abil võrrelda meie naftatööstust vana kapitalistliku tööstusega.

Nad pole võrreldavad.

Midagi pole säilinud kapitalistide vanast tehnikast. Ainult naftatehnika muuseumis võib kuuldä ekskursiooni juht:

«Siin näete noaagest seadet puuraukude lõõkpuurimiseks. Raske on uskuda, et sellega saab puurida puuraku, kuid ometi puuriti, niisutades higiga nii neid seadmeid endid kui ka pinda, millel nad seisisid. Need seadmed kõrvaldati nõukogude naftatööstusest juba nõukogude võimu esimese kümne aasta jooksul.»

Ekskursandid hingavad kergendatult ja lähevad edasi järgmise arusaamatu eksponaadi — pika, viiemeetrise, naftaga määratud toru juurde.

«See siin on ämber, millega enne revolutsiooni toodeti naftat. Meie naftatöötajad paigutasid ta juba ammu muuna seumi.»

Seejärel näitab ekskursioonijuhth suurt malmplaati avaga keskel ja selgitab, et ka see on «tehnikas», millega kapitalistid püüdsid sulgeda naftafontääne.

«Võimsate fontäänide puhul need plaadid aga ei aida-nud,» selgitab ekskursioonijuhth ja näitab plaadis olevale augule. «Võimsad fontäänid paiskuvad maapinnast välja tohutu rõhu all. Nafta väljub sageli koos liivaga. Naftajuga koos liivaga uuristas sellisesse plaati mõne tunniga augu.»

Ainult muuseumis võib praegu näha makette ja fotosid naftatööstuse endistest elamutest. Nendest Bakuu elamutest kirjutas M. Gorki:

«Keset puurtornide kaost tõmitasid punakatest ja hallidest tahumata kividest kiiruga laotud pikad, madalad töölikskasarmud, mis väga sarnanesid elajalooliste inimeste elamutega.»

Aga kuidas on nüüd?

Nõukogude naftatööstustehnikast jutustatakse selles raamatus edaspidi. Oma elamuid aga ei ehita naftatöötajad puurtornide keskele sellest alates, kui kehtib nõukogude võim.

Nõukogude naftatöötajate valgusküllased, kaunid majad, koolid, klubid ja kultuuripaleed, mis on ümbritsetud lillepeenarde ja ilupuudega, paiknevad tööstusest eemal, mõnikord sellest päris kaugel. Nõukogude naftatöölistel pole vaja muretseda selle üle, kuidas jõuda oma töökohta: neid toimetab sinna alati kiiresti autobuss või elektrirong.

Tuhandete aastate jooksul ei tundnud Bakuu linn muru ega parke ning tal ei olnud head joogivett. Nüüd haljendavad Stalini-nimelisel rannapromenaadil puud. Võimas veejuhe varustab linna mäestiku allikaveega.

Ei tahma ega masuuti näe praegu Bakuusse sissesõitja, vaid ilusat mereäärset linna, mis paikneb poolringina piki lahte, ääristatuna bulvarite rohelusest.

Me ei tunne ära teist naftalinna Groznõid. Enne Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni oli ta räpane staniitsa ühekorruseliste majadega, mis olid mustad tahmast. Ainult siin-seal ei rohetanud, vaid mustendasid puud, mille tüved ja lehed olid kaetud masuuditahmaga.

Linnas polnud ühtegi asfalteeritud tänavat ja ainult kahel tänaval oli munakivisillutis.

Praegu seisavad rohelise linna sirgete, asfalteeritud tänavate ääres paljukorruselised majad. Kevadel, kui õitsevad akaatsiad, rüütub linn valgesse ehtesse. Puurtornide ja tehaste ümbrusse on laiali pillatud rohelised asulad ilusate kahekorruseliste majadega.

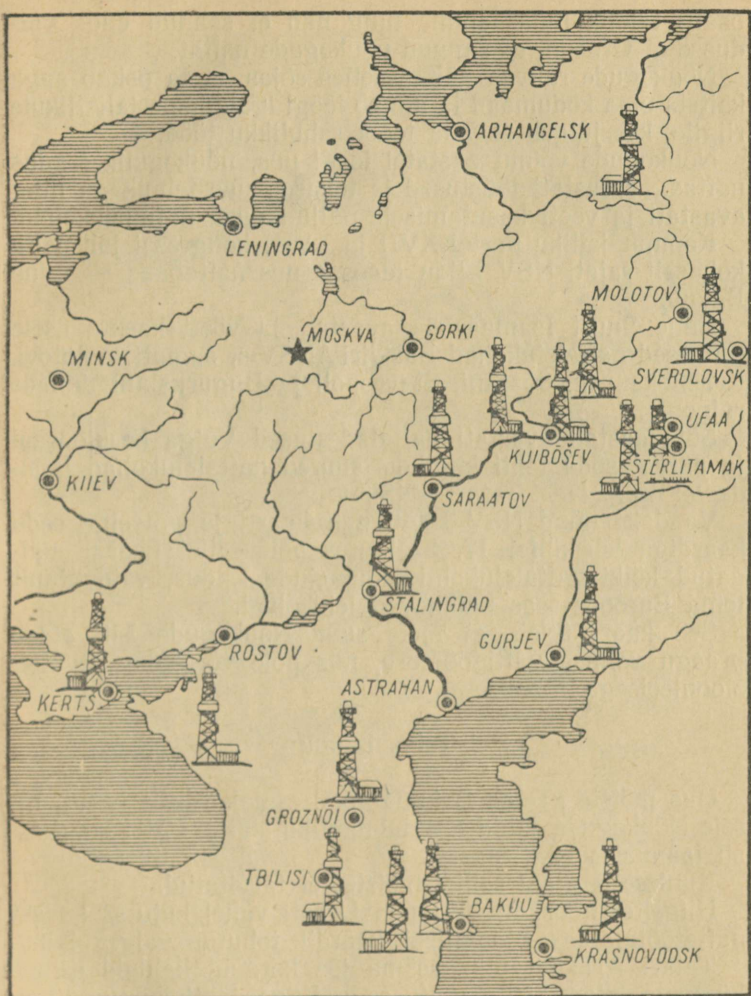
Enne revolutsiooni olid kaheksakümmend protsenti Bakuu ja Groznõi elanikest kirjaoskamatud. Praegu on Bakuus üle kahesaja kooli, ülikool, mitu instituuti ja üle neljakümne tehnikumi; Groznõis on kolm instituuti, neli tehnikumi ja koolid nii linnas kui ka tööstuse juures. Nii Bakuus kui ka Groznõis pole ammu enam ühtegi kirjaoskamatud.

Kapitalistid, kes said hiigelkasumeid vene naftast, on mitmel korral püüdnud vallutada ka nõukogude naftat.

Kodusõja aastail ründasid Bakuud Türgi, Saksa ja inglise väed. Kasutades Bakuu kapitalistide, menševike ja esseeride teeneid, tungisid nad välja isegi Bakuu puurtornideni. Kommunistide organiseeritud relvastatud tööliisalgad aga kaitsesid tööstuspiirkonda lõpuni.

Suure Isamaasõja perioodil tungisid nafta juurde ka Hitleri hordid.

Ühes viimastest jaamadest teel Groznõisse — Beslanis — seisis spetsiaalne rong juba Berliinis komplekteeritud juht-



NSV Liidu naftakaart.

konnaga Groznõi naftatööstusele. Saksa fašistid uskusid, et panevad Groznõi töölisi tootma naftat nende tankidele ja lennukitele samal tunnil, kui eelväed marsivad linna.

Fašistide arvestused osutusid aga ebaõigeiks. Neile sai

osaks täielik lüüasaamine ning nad ei saanud enda valdusse ei Groznõi ega muud nõukogude naftat.

Nõukogude rahvas näitas selles sõjas, et ta oskab auga kaitsta oma kodumaad ja annab löögi igale imperialistlikule riigile, kes julgeb segada tema rahulikku tööd.

Nõukogude võimu aastatel loodi uus, nõukogulik teadus naftast, varustati tööstused ja tehased uue tehnikaga ning avastati ja võeti kasutamisele paljud uued naftaleiukohad.

Kommunistliku partei XVII ja XVIII kongressi juhendite kohaselt rajati NSV Liidu idaosas uus naftabaas — Teine Bakuu.

Enne Suurt Isamaasõda avastati ja võeti kasutamisele esimesed naftaleiukohad Baškiiri ANSV-s, samuti Molotovi, Krasnokamski, Sõzrani, Stavropoli ja Buguruslani linnade rajoonis.

Sõja aastail avastati naftaladestused Volga keskjooksul ja pärast sõda tehti kindlaks suured naftaleiukohad laialdastel maa-aladel Tataari ANSV-s.

Vaadake nüüd NSV Liidu naftakaarti ja võrrelge seda kaardiga leheküljel 17. Seejuures pole sellel kaardil näidatud kõiki naftaleiukohti Nõukogude Liidus, vaid ainult tema Euroopa-osas paiknevad leiukohad.

See kaart ütleb, et meie suur Nõukogude Liit omab praegu võimsa naftatööstuse, mis pole võrreldav revolutsioonieelsega.

Teine Bakuu

Uus mõiste «Teine Bakuu» võeti esmakordselt kasutamisele Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XVII kongressil jaanuaris 1934. aastal.

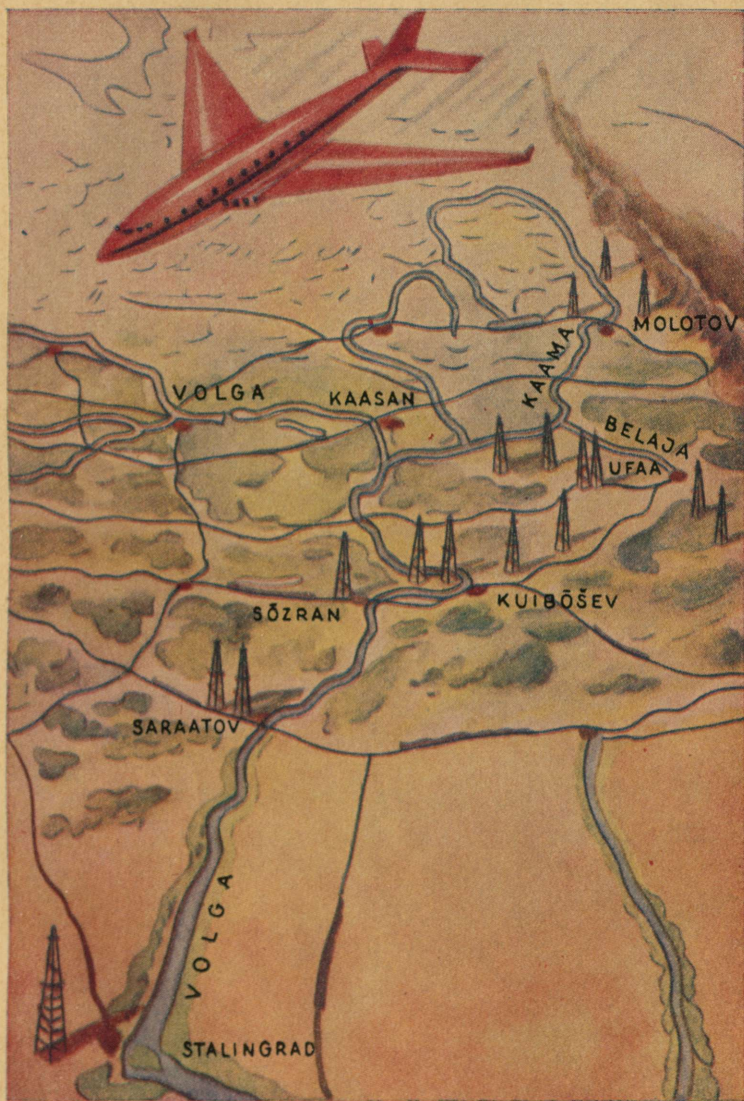
Kuni selle ajani sellist mõistet ei tarvitatud.

Hiigelterritoorium Volga ja Uraali vahel kujutas endast naftatöötajate geoloogilisel kaardil tohutut valget laiku.

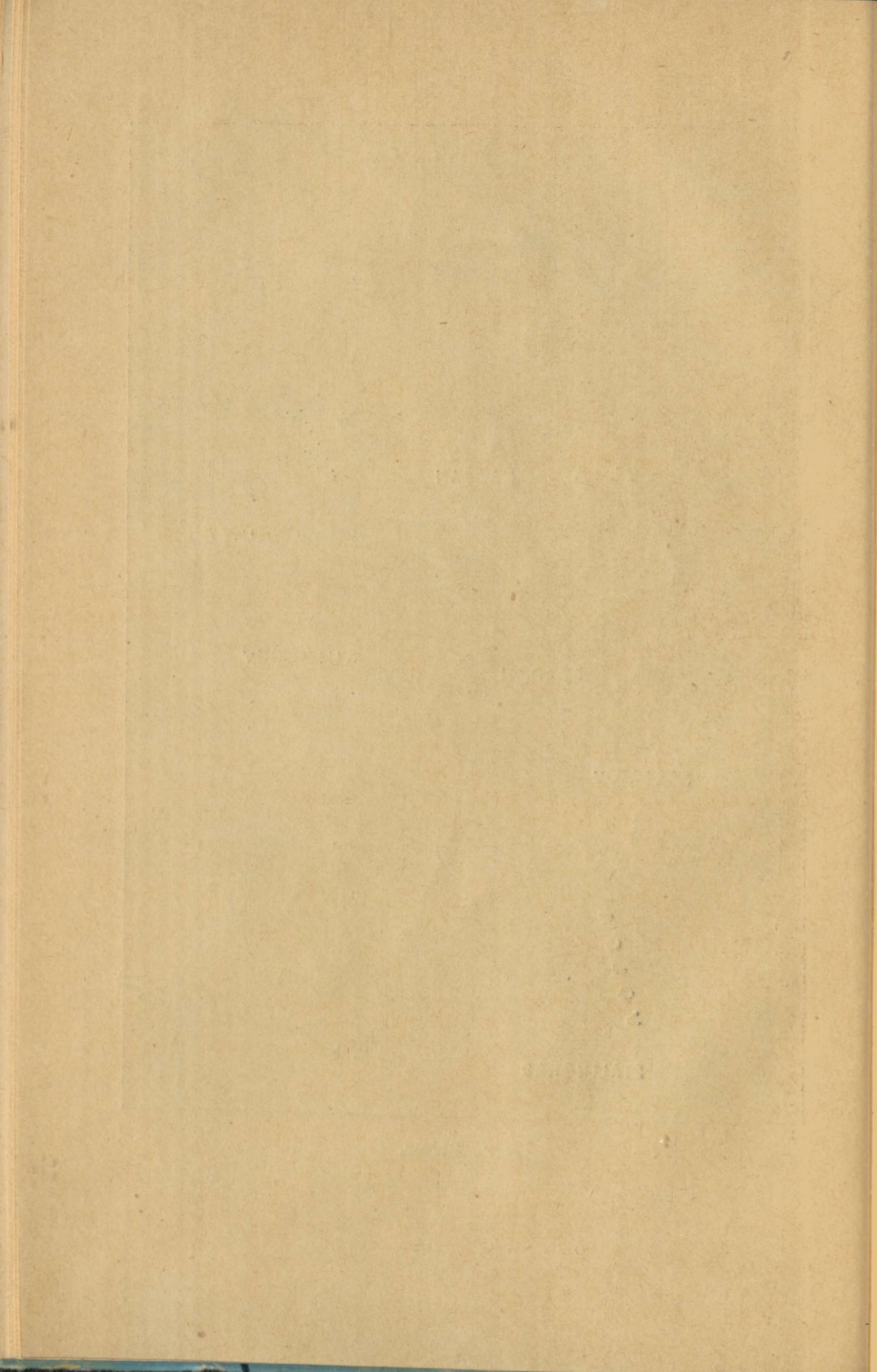
Tataari ANSV-s piki Šešma jõe kõrgeid kaldaid esineb kümnete kilomeetrite ulatuses naftaga läbiimunud liivakivi; suvel nõrgub sellest välja raske, veniv nafta.

Mäletamatutest aegadest peale ammutasid talupojad Sarabikulovo küla juurest madalatest aukudest ja kaevudest venivat «maa tõrva» vankrirataste ja hobuserakmete määrimiseks.

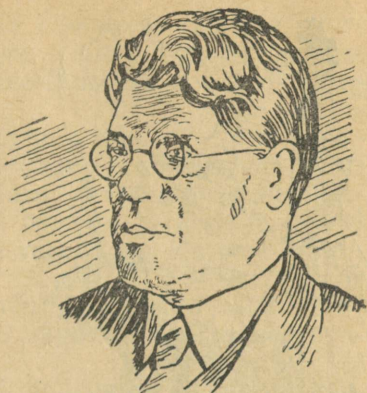
Ligikaudu kakssada aastat tagasi, 1754. aastal, avastasid talupojad Nadõr Urazmetov, Jussup Nadõrov ja Asm-



Teine Bakuu.



jan Mozjakov Sartatu mäe juures, Soki ja Surguti jõgede rajoonis, Sergijevski linna lähedal naftaallika. Nad saatsid selle kohta kohe teadaande Bergkolleegiumile (Peeter I poolt asutatud mäeasjandusvalitsus). Hiljem nad palusid luba naftatehase ehitamiseks Sergijevski linna lähedale, kuid nende palve kadus jäljetult Bergkolleegiumi virvarri.



I. M. Gubkin.

Samal XVIII sajandil sõitis Baškiiriasse senati komisjon. Nimetatud komisjoni töö ajast on teada, et Belaja jõe luhal Sterlitamaki juures olevatest kuristikest immitses välja võikalt haisev nafta, mille aurudes hukkus ülelendav lind.

Polkovnik Novosiltsevi edu, kes 1866. aastal sai Kubani maal miljon puuda naftat andva fontääni, juhtis röövkapitalistide tähelepanu ka Baškiiria naftale, kuid selle kättesaamine osutus raskeks.

Ameeriklane Shandor alustas puurimist Šurugovo küla juures. Vennad Nobelid teostasid luuret Sjukejevis. Londonis asutati kõlava nimega petturlik ühing «Kazan Oil Fields Limited».

Kõik oli aga asjata. Tööstuslikus ulatuses ei suudetud naftat leida.

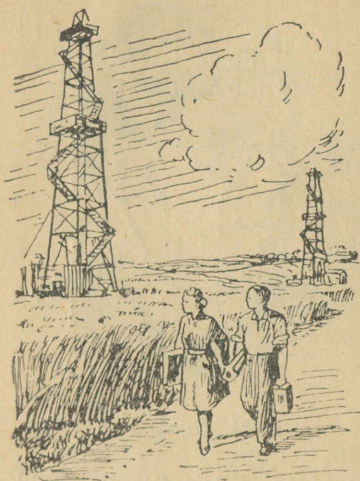
Nafta paiknes sügaval maapõues, tema kohal laiusid ääretud põllud ja stepid, lopsakalt kasvas vili, kahises stepirohi.

Nafta leidumise võimalustest mainitud territooriumil kirjutasid ainult üksikud vene geoloogid.

Kõige rohkem kõneles ja kirjutas sellest kadunud akadeemik Ivan Mihhailovitš Gubkin.

Vladimiri kubermangu talupoja poeg, kommunist, maa-ilmakuulsa nimega geoloog kinnitas visalt, et Volga ümb-ruses Kuibõševi, Sõzrani ja Saraatovi juures, Tatarimaal ja Baškiirias leidub naftat.

Teised tuntud geoloogid väitsid vastupidist. Nad tõendasid, et naftat tööstuslikus ulatuses ei saa siin olla ja otsin-



*Teise Bakuu esimesed
puurtornid.*

gud on asjatud. «Settekivi-
mid, milles võib leiduda
naftat,» ütlesid nad, «on
siin väga vanad ning kogu
nafta on nendest välja uhu-
tud ja kadunud.»

Kõik enne revolutsiooni
tuntud naftaleiukohad Ve-
nemaal ja teistes maades
paiknesid mäeahelike lähe-
dal. Bakuu lähedal on
mäed; Groznõi ja Maikopi
naftatööstused paiknevad
Kaukasuse mäestiku eel-
mägedes.

Suurtel tasandikel Volga
ja Uraali lähistel aga pole
mägesid. Ainult Baškiirias
ulatuvad siin-seal välja
üksikud kaljurahnud ning
Zigulis, Volga ääres on

väikesi mägesid ja kaljurünkaid. Mis mäed need aga on
võrreldes võimsa lumise Kaukasuse ahelikuga?

«Kui pole mäeahelikke, siis pole ka naftat,» ütlesid geo-
loogid.

Akadeemik Gubkin aga suhtus nendesse tasandikesse
teisiti.

Rohkem kui kuuesaja miljoni aasta jooksul ladestusid
maakera pealiskihid. Mitmel korral ujutas meri üle Vene-
maa Euroopa-osa tasandikud. Muistsete merede veed ula-
tusid iidsete Uraali mägedeni, taandudes seejärel uuesti
läände. Merede rannikuil olid lahed ja laguunid. Kõik maa-
ilma naftaleiukohad aga paiknevad muistsete merede lah-
tedes ja laguunides.

«Idas peab leiduma naftat!» kinnitas Gubkin.

«Võib olla, et leidubki, kuid mitte tööstuslikus ulatuses,»
jäid oma arvamuse juurde kindlaks tema vastased. «Siin
puuduvad mäeahelikud ning pole ka neid maa-aluseid pin-
navolte ja kurde, kuhu oleks võinud koguneda nafta.»

Gubkin tõendas, et sügavas maapõues peavad olema
mäed ja künkad — kurrud, mis on vajalikud nafta kogune-
miseks.

Geoloogide vaidlused lahendas elu ise.

1929. aastal satuti kaalisoola otsimiseks rajatava puur-augu puurimisel Tšusovaja jõe kaldal, tema Kaamasse suubumise koha lähedal, Verhne-Tšusovskije Gorodki asu-las, naftale.

See oli esimene nafta avastamine idas.

Kommunistliku partei Keskkomitee ja Nõukogude valit-suse juhendite kohaselt rajati idas sel ajal söe- ja metallur-giatööstuse baase, kuid nendel baasidel ja kogu laialdasel territooriumil Uraali ja Volga vahel ning ida pool Uraali puudus nafta.

Partei Keskkomitee andis juhendi alustada nafta otsin-guid idarajoonides ja alustada sügavate puuraukude puu-rimist.

1933. aastal avastati Baškiirias esimene suur naftaleiu-koht Išimbais, lõuna pool Sterlitamakki.

Naftafontäänid purskusid puuraukudest lausikmaal, keset kolhoosi viljapõlde. Ühe esimese Išimbai puurtorni — nr. 711 — ümber laius lopsakas rukkipõld.

1934. aastal andis kommunistliku partei XVII kongress direktiivi uue naftabaasi organiseerimiseks maa idaosas. Algas Teise Bakuu esimese naftatööstuse rajamine Išim-bais. Samal aastal ehitati Ufaa—Išimbai raudtee ja esi-mene Teise Bakuu nafta läks tehastesse.

Nii alustati Nõukogude Liidu teise naftabaasi ehitamist.

Itta, uute naftatööstuste ja uurimiskohtade poole veeresid ešelonid raskete puurimisseadmetega ja puurtorude virna-dega, pideva vooluna liikusid elektrijaamade sisseseaded, rööpad uute raudteede jaoks, naftajuhtmete torud, pumbad ja naftatootmismasinad. Rasketel kuue- ja kaheksateljelist-platvormidel veeti naftatöötlemistehaste hiiglasuuri, kolmekümne meetri pikkusi kolonne.

Iga aasta avastati uusi naftaleiukohti.

1937. aastal avastati korraga neli naftarajooni, mis oma varude poolest peaaegu ei jäänud maha mistahes Kaukaa-sia rajoonist.

Uued rajoonid hakkasid andma naftat.

Üksteise järel veeresid raskekaalulised rongid idarajooni naftaga meie maa uutesse tööstuskeskustesse.

Nõukogude rahva poolt kommunistliku partei juhtimisel loodud Teine Bakuu astus sotsialistliku tööstuse ridadesse.

Oktjabrski linn

Aserbaidžani nafta ajalugu ulatub aastasadade sügavusse. Uuritud pole ka naftalinna Bakuu tekkimist.

Teises Bakuus on samuti nafta tõttu kerkinud linn. Tema ajalugu aga teab iga linnaelanik, iga pioneer.

Paljudel geograafilistel kaartidel seda linna veel pole — teda ei ole jõutud nendele kanda, kuid ta eksisteerib. See on Oktjabrski linn — noorim Baškiiri ANSV-s. Tema asukoha leidmiseks maakaardil tuleb sirgjoonega ühendada linnad Ufaa ja Bugulma. Umbes viiskümmend kilomeetrit Bugulma linnast ida pool ongi NSV Liidu uue naftalinna asukoht.

Oktjabrski linn on viisaastakute sünnitus. Kõigest viisteist aastat tagasi olid Oktjabrski asemel rohelised aasad. Vaeslastena nukrutsesid aasal mõned üksikud barakid. Barakkides aga ööbisid naftaotsijad.

Lähimaks asustatud punktiks oli Urussu raudteejaam. Raudteejaamas, teetammi kõrval paiknesid üksikud hurtsikud.

Naftaotsijad avastasid Tuimazōs suure naftaleiukoha. Tühjadel rohumaa del tärkas muinasjutulise kiirusega linn. Ida-alade nafta ja Oktjabrski linn on mõlemad Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni lapsed. Seepärast linna ehitajad palusidki valitsust nimetada see linn Oktjabrskiks.

Raudteejaama paljudel haruteedel liiguvad pidevalt lõpmata pikkadena näivad tsisternide rongid. Nafta laadimiseks korraga tervetele rongidele on ehitatud võimas mehhaniseeritud estakaad. Raudteejaama ümber moodustavad terve linna laod, eluhooned ja elektri jaam.

Jaamast linna on rajatud asfalteeritud tee. Teel kihutavad autod ja autobussid. Iga rongiga saabub Oktjabrskisse ikka uusi ja uusi tööliste, inseneride, tehnikute ja teenistujate rühmi. Oktjabrskis on juba tuhandeid elanikke.

Sirgete ridadena kulgevad tänavad. Majade juures on aiad ja lillepeenrad. Linna ehitatakse plaani järgi, mis on kohane viisaastakute poolt sünnitatud linnale.

Kõikides majades on elektrivalgus. Öhtul süttivad tänavail heledad tuled. Öösel on nende kuma näha Bugulmast. Koolid ja klubid, kauplused ja sööklad, kinod ja saunad, lasteaiad, lastesõimed ja suur leivatehas — kõik, mis on vajalik tööks ja kultuurseks puhkuseks, on olemas selles

linnas. Naftatöölise korterite köökides põleb suure kütteväärtusega naftagaas.

Oktjabrski linn on uus, sotsialistlik naftatöölise linn. Ja mitte üksnes mainitud linn ei sündinud kasvavas naftatööstuses.

Turkmeenia veetusse kõrbesse on viimastel aastatel rajatud aedlinn Nebit-Dag. Baškiirias asutati linnad Tšernikovsk ja Išimbai, Tatarimaal Almetjevsk, Krasnodari kraisis Neftegorsk. Läbipääsmatusse Sahalini tundrassa rajati naftatöölise linn Ohha.

Tänapäeval

Juba Suure Isamaasõja künnisel andsid paljud Teise Bakuu rajoonid naftat. Sõja aastatel aga kujunes Teine Bakuu maailma suurimaks naftarajooniks. Neil aastail avastati seal ülikvalikud devoni ajastusse¹ kuuluvad naftalademed.

Oma elu viimaste päevadeni tõendas akadeemik Gubkin geoloogidele devoni ladestuste tähtsust.

«Nad peavad sisaldama naftat,» ütles ta oma õpilastele.

Ka haigena voodis lamades võttis ta oma veel tugevatesse talupojakättesse kaardikepi ja suunas selle otsa voodi kohal rippuva NSV Liidu geoloogilise kaardi ülemisele osale, Uhta naftarajoonile.

Kaugel põhjas Komi ANSV-s voolab väike Uhta jõgi, mis suubub Ižma jõkke. Ižma jõgi omakorda suubub suurde Petšora jõkke.

Uhta on vana naftatootmiskoht. Kaugetel aegadel tootis siin tšuudide suguharu naftat, kasutades seda ravimina.

XVII sajandil kirjeldas Uhta naftarajooni Hollandi saadik Venemaal Witzen. 1697. aastal saatis Peeter I Uhta nafta proovid — naftat nimetati tol ajal «mäetõrvaks» — Hollandisse uurimiseks.

1745. aastal ehitas Fjodor Prjadunov Uhtasse maailma esimese naftapuhastamistehase, mis töötas pikemat aega.

Gubkin tundis hästi mainitud rajooni. Juba nõukogude korra esimestel aastatel juhtis ta partei ja valitsuse ülesandel Uhta naftaekspeditsiooni.

«Uhta devonikihid sisaldavad naftat,» väitis ta. «Palju

¹ Devoni ajastu, nagu selgub leheküljel 68 toodud tabelist, on paleozoilise aegkonna kolmas ajastu. Sellel perioodil tekkisid maa-
keral esimesed selgroogsed (rüükalad ja haid) ning maismaataimed.

miljoneid aastaid tagasi kattis Vene lausikmaad meri, mille rand taandus Uraalist üle selle hiigelterritooriumi.»

Kaardikepp joonistas tohutu suure, lõuna suunas väljavenitatud ringi. Ta algas oma teekonda Uhta juurest, minnes seejärel Uraali pruuni äärt mööda alla. Tškalovist ja Stalingradist lõuna pool pöördus ta järsult läände ja hakkas ülespoole tõusma, haarates laia kaarega Voroneži, Smolenski ja Velikije Luki ning pöördudes Tšerepovetsi juurest uuesti tagasi Uhtasse.

«Kogu see rajoon, mida me nimetame Kesk-Vene kõrgustikuks, on naftageoloogide poolt uurimata. Seda rajooni seal tunneme paremini, kuid sealgi on devonikihid meile tundmatud.»

Kaardikepp peatus Molotovi juures ja suundus sealt aegamööda allapoole, Kuibõševi, Saraatovi ja Stalingradi juurde.

«Siin on devonikihid kindlasti naftatsisaldavad. Tuleb ainult visalt otsida,» ja väsinult langes teadlane padjale...

Gubkini õpilased uurisid kuus aastat seda hiigelterritooriumi, kogudes materjale devonikihtide kohta.

Volga basseini — Žiguli rajooni, Krasnokamskisse, Baškiiria ja Tatarimaa avaratele lagendikele saadeti nõukogude puurimisseadmetega varustatud puurijate brigaadid.

Rasketel sõja-aastatel jõudsid puurijad devonikihtideni, mis paiknevad peaaegu kahe tuhande meetri sügavusel. Ennenähtamatu visadusega vallutasid nad meeter meetri järel sügavalasetsemaid, vastupidavaid kivimite ladestusi.

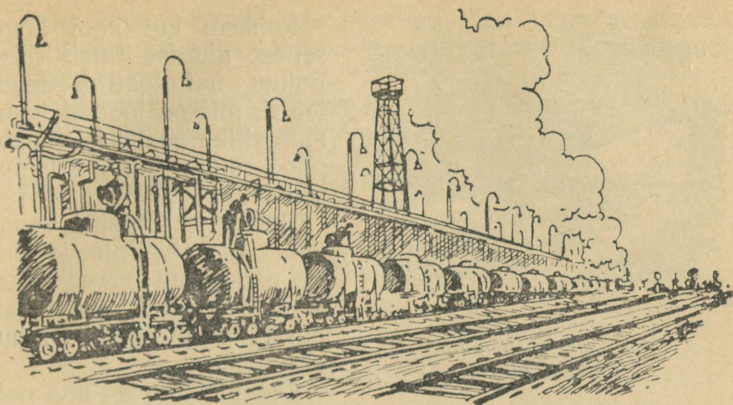
Naftatöölise kollektiivi töö viis võidule.

1944. ja 1945. aastal purskusid Krasnokamskis, Tuimazõs ja Žiguli juures Jablonovõi kuristikus olevatest, devonikihtidesse ulatuvatest puuraukudest võimsad naftafontäänid.

Järgnevatel aastatel avastati Baškiirias ja Kesk-Volgal kümneid uusi naftaleiukohti ning seejärel leiti suured devoni naftalademed laiadel Tatarimaa lagendikel.

Tänapäeval on püstitatud nafta-puurtornid NSV Liidu uue naftabaasi hiigelterritooriumil Krasnokamskist kuni Stalingradini. Selle baasi territoorium on kolm ja veerand korda suurem kui Inglismaa (kaasa arvatud Šotimaa ja Põhja-Iirimaa) ja peaaegu poolteist korda suurem Prantsusmaa territooriumist.

Sadadest puuraukudest purskub ööd ja päevad nafta.



Tsisternidesse laaditakse pidevalt naftat.

Torustik ühendab puurauke naftajuhtmetega ja raudtee estakaadidega. Päeval ja ööl pulseerib torudes voolav nafta. Ühtlases rütmis töötavad päeval ja ööl võimsad pumba-jaamad.

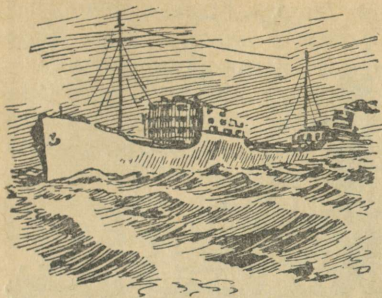
Hiigelelevantide lontidena liiguvad estakaadidel nafta laadimise voolikud. Katkestamatu vooluna tulevad nende juurde tsisternid. Kohinal voolab nafta tsisternidesse.

Mööda uusi naftajuhtmeid voolab nafta sadade kilomeetrite kaugusel asuvatesse tehastesse. Tehastes aga on omakorda tsisternid, kuhu paigutatakse bensiin, petrooleum ja diislikütus.

Teise Bakuu naftatootmisettevõtetest läheb nafta rasketes tsisternides itta: Sverdlovskisse, Tšeljabinskisse, Magnitogorskisse, Omskisse, Novosibirskisse, peaaegu kuni Habarovskini, kus ta kohtub Sahalini naftaga. Ta läheb ka läände: Moskvasse, Pensasse, Tuulasse, Leningradi. Siin kohtub ta Bakuu, Groznõi ja Krasnodari naftaga.

Meie suure kodumaa kõikidel teedel — mööda torujuhtmeid, meredel, jõgedel ja järvedel, maanteedel ja külavaheetedel kolhoosipõldude vahel toimub pidevalt naftatransport.

Nafta ulatub kõige üksildasemate kohtadeni: lambakarjuse jurtani, taiga üksildaste jahionnideni, külma Arkise kõige kaugemate talvituskohtadeni.



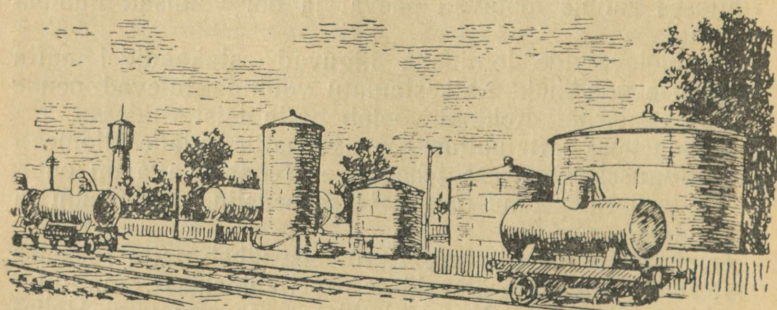
*Merel veetakse naftat
tanklaevadega.*

Rohkem kui pool kogu sellest naftast tuleb Teise Bakuu naftatootmisettevõtetest, mis on loodud kommunistliku partei ja nõukogude rahva tahte tulemusena.

Bakuu ja Groznõi vanades naftatootmisettevõtetes paiknevad terved puurtornide metsad maapinnal, kus ei kasva ainsatki rohu-kört.

Omapäraseid on uue naftabaasi ettevõtted.

Puurtornid seisavad siin üksteisest kaugel, kuna nende vahel haljendavad põllud, loob pead kõrge rukis ja nisu. Paljudes ettevõtetes aga pole puurtornegi. Põlde läbivad torujuhtmed kord maa all kulgedes, kord uuesti maapinnale tõustes.



Igas suures raudteejaamas on naftabaas.

Teise Bakuu ja kõikide uute rajoonide naftatootmisettevõtteid ehitatakse uuel viisil, hoopis teisiti kui endisi.

Puurtornid on üksteisest kaugel, kuid puuraugud annavad mitu korda rohkem naftat. Siin kasutatakse uut, nõukogude naftatootmistehnikat.

Sellest uuest nafta tootmise ja ümbertöötamise tehnikast jutustatakse käesoleva raamatu järgnevates peatükkides.

Teine Bakuu kasvab iga päevaga. Iga aasta avastavad meie geoloogid tema laialdasel territooriumil kümneid uusi naftalademeid.

Tänapäeval annavad Teise Bakuu naftatootmisettevõtted juba kümneid miljoneid tonne naftat aastas.

Need aga on alles NSV Liidu teise naftabaasi — sotsialistliku tööstuse uue gigandi — esimesed sammud.

—

III peatükk

MILLEKS ME VAJAME NAFTAT

Valgus ja arstimid

Mäletamatutest aegadest peale on inimene kasutanud naftat valgustamiseks ja haiguste ravimiseks.

Need on nafta kõige vanemad kasutamisalad.

Nafta valati õlilampi ja süüdati põlema.

Lähis-Ida maades — Iraanis ja Iraagis — kasutavad vaesed inimesed veel praegugi savist valmistatud, laperguse kujuga ja kahe avausega õlilampi. Ühest avausest valatakse lampi naftat, teisest ulatub välja taht. Niisuguseid õlilampe kasutasid inimesed juba muistsel ajal oma elamute valgustamiseks.

Muistses Egiptuses ja Makedoonias valati sellistesse lampidesse taimeõli (oliivi- või õlipuuõli), Iraanis, Lõuna-Kaukaasias ja Kaspia mere rannikul aga bakuu naftat.

Õlilampi täiustati järk-järgult ja kui inimesed õppisid naftast tootma petrooleumi ning sellega seoses tekkis vajadus erilise lambi järele, siis leiutati petrooleumilamp.

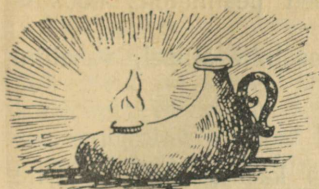
Petrooleumilamp on üle saja aasta vana, kuid veel praegu teenib ta meid ustavalt. Kohtades, kus puudub elekter, istutakse õhtuti lambi juures, milles põleb petrooleum.

Ravivahendina on nafta samuti ammu tuntud. Kreeka filosoof Hippokrates, kes elas nelisada aastat enne meie ajaarvamist, kirjutas, et naftabituumen ravib hästi haavu.

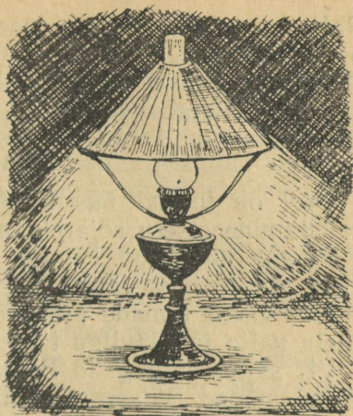
Rooma arhitekt ja insener Marcus Vitruvius kirjutas retsepti naftabituumeni kasutamiseks kariloomade kärntõve ja udarate haavandite ravimisel.

Kaukaasias, Baškiirias, Kesk-Volgal ja Uhtas kasutati juba kaugetest aegadest peale naftat koduloomade ravimisel. Püüti ravida ka inimesi.

Sellise katse tegi Uhta esimese naftapuhastustehase ehitaja Fjodor Prjadunov. Sellest, kuidas see katse lõppes, jutustab akadeemik I. I. Lepjohhin oma raamatus «Päeva-



Olilamp.



*Petrooleumilamp on üle
saja aasta vana.*

märkmeid rännakute kohta Vene riigi mitmesugustes provintsid 1767—71. a.»

«Käesoleva sajandi keskpaiku,» kirjutab Lepjohhin, «leidis Arhangelski kodanik Fjodor Saveli poeg Prjadunov Petšoral naftat; kauples selle maaõliga ja lõpuks arvas heaks arstida naftaga Moskva mitmesugusest seisusest inimeste igasuguseid haigusi. Sel põhjusel ülem meditsiini-line kantselei avaldas tema peale kaebuse Valitsuse Senatis.

Senat keelas kõikides linnades levitatud trükitud ukaasiga selle uue katsetamata arstimi tarvituselevõtmise arstimise praktikas.»

Ravida igasuguse naftaga kõiki haigusi pole mitte üksnes kasutu, vaid isegi ohtlik.

On teada ainult üks — Naftalanis leiduv — nafta, mida praegu kasutatakse naturaalses vormis reuma ravimiseks. Naftalani naftatootmisettevõtte asub Taga-Kaukaasias. Varem arstiti seal inimesi naftaga täidetud aukudes.

Praegu on Naftalani tööstuse lähedale rajatud sanatoorium spetsiaalsete naftavannidega.

Teiste leiukohtade naftasid kasutatakse laialdaselt mitmesuguste arstimate ja salvide tootmiseks.

Astuge mistahes apteeki. Seal leidub palju arstimeid. Silmad hakkavad virvendama mitmesugustest arstimipurkidest ja -pudelitest. Väga paljud neist arstimitest on valmistatud kas otseselt naftasaadustest või nende abil.

Naftast saadakse meditsiinis ja parfümeerias tarvitata-vaid õlisid, vaseliini, bensiini, bensooli, alkohole ja eetreid.

Paljudes arstimites on need ained peamisteks koostisosadeks.

Paljusid salve valmistatakse vaseliini alusel, vaseliini aga valmistatakse naftast.

Sõjarelvad

Veel on tuntud üks iidne nafta kasutamisalala — tema kasutamine otsese sõjarelvana.

Rooma kirjanikul Plinius Vanemal, kes elas I sajandil meie ajaarvamise järgi, leidub märge, et tema ajal ja ka varem visati linnade piiramistel pealetungivale vaenlasele kaela nafta ja väävliga täidetud potte.

VII sajandil tungisid Bütsantsi araablased. Olles vallutanud mõned Bütsantsi maakonnad, otsustasid araablased vallutada ka pealinna Konstantinoopoli. Nad tõid kohale laevastiku ja asusid linna piiramisele. Bütsantslaste olukord näis väljapääsmatuna.

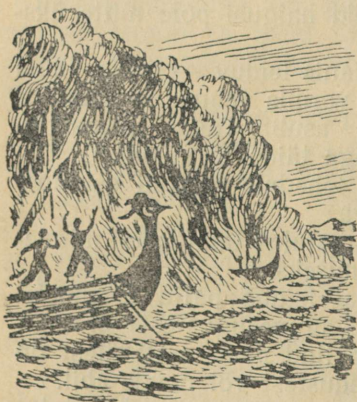
Kord, kui tuul puhus linna poolt, vedasid bütsantslased kaldale suured anumad ja kallasis vette mingisugust pruuni venivat vedelikku. Araablased ei pööranud sellele mingisugust tähelepanu. Vedelik valgus kiiresti veepinnal laiali ja tuul kandis ta otse araablaste laevadeni.

Kui tume vedelik oli ümbritsenud laevad, süütasid bütsantslased ta kaldalt. Toimus enneolematu — meri põles. Kohinaga ja praginaga levis leek kiiresti mööda vett. Surmani kohkunud araablased ei jõudnud end veel koguda, kui tohutu tormitsev leek juba haaras nende laevad.

Nii hävitati peaaegu kogu araablaste laevastik.

Bütsantslased kasutasid tol korral esmakordselt nõndanimetatud «kreeka tuld», mille koostisse kuulus nafta.

1220. aastal lähenes julm väepealik Tšingis-khaan oma hordidega rikkale Buhaara linnale. Buhaara isandad, vaimulikud ja kaupmehed läksid khaanile vastu rikkalike kingitustega; nad andsid linna vaenlasele ilma võitlusetta.



Tuli levis mööda vett.

Kuid mitte kõik linnaelanikud polnud argpüksid. Linna keskel asuvas tsitadellis kindlustusid oma kodumaa patriooidid. Neid oli ainult nelisada, kuid nad töötasid kaitsta kodulinna või surra. Üheteistkümne päeva jooksul ründasid mongolite arvutud hordid tsitadelli. Palgid, kivid ja kuum tõrv langesid kindluse kõrgetelt müüridelt raevukalt kisendavatele rändinimestele.

Tšingis-khaani käsul toodi siis kindluse juurde hiina heitemasinad. Väejuhi märguande peale hakati nende masinatega kindlusse pilduma naftaga täidetud savianumaid. Anumatele järgnesid tuhanded põlevad nooled.

Põrgates vastu tsitadelli müüre, purunesid anumad ja nafta voolas kividele. Kui nüüd sinna sattus põlev nool, siis tekkis tulekahju.

Tuleleegid hakkasid möllama ka tsitadellis endas. Varsti oli kogu kindlus üksainus põlev tungal. Must suitsusammast tõusis sinise taeva poole, kattes ja varjutades päikest.

Heitemasinad töötasid aga edasi. Mongolid askeldasid masinate juures, saates kindlusse üha uusi naftaga täidetud potte. Tšingis-khaan käskis põletada kõik kindluse kaitsjad...

Meie päevil kasutatakse naftat sõjas laialdaselt. Temast saadakse suure purustusjõuga lõhke- ja süüteaineid.

Osutub, et see nafta vana kasutusala on säilinud.

Vaatleme nüüd, missugused uued positsioonid on vallutanud nafta tänapäeval.

Kütus, mida on parem mitte põletada

Nelikümmend kuni nelikümmend viis aastat tagasi kasvas lühikese aja jooksul Venemaa, Inglismaa ja Ameerika sõjalaevastiku võimsus ühe kolmandiku võrra. Seejuures ei ehitatud ühtegi uut laeva.

Laevastiku võimsus tõusis ainult selle tõttu, et söeküttega kolletelt mindi üle naftaküttega kolletele.

Miks tõstis nafta laevade võimsust? Arvestus on väga lihtne. Iga põlev aine eraldab põlemisel teatava hulga soojust ehk, nagu kirjutatakse õpikuis, annab teatava hulga kaloreid.

Kalor on soojushulga ühik. Peale kalori ehk grammkalori kasutatakse veel kilokalori mõistet. Kalor on soojus-

hulk, mis on vajalik 1 grammi vee soojendamiseks 1 Celsiuse kraadi võrra (temperatuurilt 3,5 kraadi temperatuurile 4,5 kraadi). Kilokalor on kalorist tuhat korda suurem. Naftatehnikas teostatakse kõik soojuslikud arvutused kilokalorites.

Ühe kilogrammi puidu põletamisel saadakse keskmiselt 3800 kilokalorit soojust.

Üks kilogramm kuiva turvast annab 4750 kilokalorit soojust.

Sama hulk pruunsütt annab umbes 5000 kilokalorit, antratsiit aga kuni 8800 kilokalorit soojust.

Üks kilogramm naftat annab üle 10 000 kilokalori soojust.

Kõikidest kütustest on naftal kõige suurem kütteväärtus. Põlemisel eraldab ta kõikidest teistest kütuseliikidest rohkem soojust.

See pole aga veel kõik. Nafta vajab hoidmisel vähem ruumi ja tema põletamine on mugavam.

Kui laev võis kivisöe kütteil sõita ainult viisteist päeva, siis masuudi (nafta töötlemise jääk) kütteil hakkas sama laev sõitma sadamasse pöördumata juba viiskümmend seitse päeva.

Käesoleval ajal on kõikide maade sõjalaevastikud ja peaaegu kõik maailma reisi- ja kaubalaevad söeküttelt üle viidud naftaküttele. Vanades raamatutes kirjutati sagedasti kütjatest-kangelastest ja nende kurnavast tööst. Auriku trümmi talumatus kuumuses loobib poolpaljas inimene lakkamatult sütt koldesse. Labidas koos söega kaalub üle kümne kilogrammi, kolle aga nõuab pidevat söe juurdeandmist. Kütja kehal voolab higi. Tormis heidetakse teda ühest seinast teise. Sõetükid põrkavad vastu tema jalgu. Tema keha on verine. Peatuda ei tohi ta aga minutikski. Kütja ei tohi labidat kõrvale heita ega minna laevatekile kas või korrakski värsket õhku hingama, sest kohe langeb kolde temperatuur, langeb aururõhk kateldes, masinad lakkavad töötamast ja laev muutub lainete mängukanniks.

Teistsugune on aga olukord nafta kasutamisel.

Nafta juhitakse koos õhu või auruga koldesse spetsiaalse seadme abil vedeliku pihustamiseks, nn. pihusti abil.

Pihusti leiutas 1867. aastal Aleksandr Iljitš Špakovski ning teda täiustas 1880. aastal Vladimir Grigorjevitš Suhhov.

Pihustatud vedelkütus — masuut või nafta — süttib pihustist väljumisel, annab võimsa leegi ja põleb, jätmata mingisugust tahket jääki. Pihusti tuleb ainult hästi tööle panna ja hiljem võib istuda ning jälgida, et ta annaks ühtlase leegi.

Pihusti avas naftale tee aurikute ja vabrikute katelde kolletesse ja seepärast kasutati naftat algul laialdaselt kütusena.

Peagi aga veendusid inimesed, et toornafta põletamine kolletes on kuritegu. Esimesena juhtis sellele tähelepanu D. I. Mendeleejev.

Naftast võib saada bensiini, petrooleumi, määrdeõlisid ja sadu teisi inimesele vajalikke aineid. Milleks siis heita neid väärtuslikke aineid koldesse?

Naftat ei tohi kasutada kütusena!

Nafta asemel hakati kütusena kasutama masuuti — nafta destillatsioonijääki — ning seejärel asendati masuut gaasiga, turbaga ja söega. Mere- ja jõelaevadele aga hakati ahnete kollete ja suurte katelde asemele paigutama sisepõlemismootoreid.

Autodest

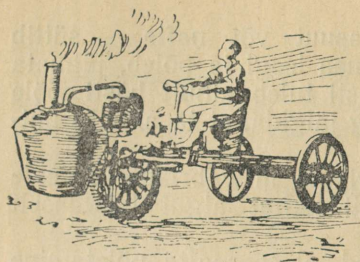
«Milleks rääkida siin autodest?» küsib lugeja. «Nafta on üks asi, auto aga hoopis teine. Pealkiri ütleb, et raamat on kirjutatud nafta ja mitte autode kohta!»

Olukord pole niisugune. Auto pole hoopiski mitte «teine asi». Ilma naftasaaduseta on ta kasutu seadeldis. Bensini ja määrdeõlita ei liigu auto paigast. Kui poleks bensiini, poleks ka autosid.

Pika aja vältel sooritas inimene kõiki töid käsitsi või kasutas loomade, peamiselt hobuste jõudu. Alates XVII sajandist aga, kui arenes meresõit, käsitöö ja kaubandus, hakati tegema katseid aurumasina leiutamiseks. Esimesed aurumasinad olid siiski veel väga kaugel sellest, et neid oleks saanud kasutada vabrikutes. Need olid kohmakad seadmed, mis auru abil võisid tõsta ainult väikesi raskusi väikestele kõrgustele.

Aurumasina leiutas XVIII sajandi teisel poolel James Watt.

Aurumasina ajalugu, nagu iga tehnikaharu ajalugu, jutustab inimese väsimatust võitlusest üha uute täiustuste eest.



*Esimene aurumasinaga
«auto».*

Vabrikute ja tehaste tööpingid pandi varem liikuma veevõi hobujõuga. Nüüd asendas hobuse aur.

Inimene aga arutas: kas ei saaks aurumasinat rakendada hobuse asemel ka vankri ette?

1781. aastal ilmuski esimene aurumasinaga varustatud vanker. Meie arusaamise järgi oli see pentsik seadeldis.

Vankrile paigutati katel ning nähti ette koht puudele ja aurumasinale.

Reisijail polnud kuhugi istuda. Vanker ähkis ja vappus, korstnast aga lendasid koos suitsuga ka sädemed. Masin jäi sagedasti seisma.

Ei, see polnud sõit... Selline aurumasinaga vanker ei kõlvanud kuhugi. Inimene mõtles niisuguste vankrite jaoks välja spetsiaalse tee ja vanker ise tehti samuti täielikult ümber. Nii saadi raudtee ja vedur. Reisijate veoks ehitati vagunid.

Esimised vedurid Venemaal ehitati Nižni Tagili tehastes aastatel 1833—1835 silmapaistvate uraali mehaanikute Jefim ja Miron Tšerepanovite poolt.

XIX sajandi lõpuks katsid raudteed juba kogu maailma mandreid.

Inimesele oli aga sellestki veel vähe. Raudteid ei saa ehitada kõikjale, vedurid koos vagunitega ja rööpad on kallid, eelkõige aga kohmakad. Veduri rattaid paneb liikuma kolb. Kolb omakorda saab liikumise aurult. Aur juhitakse aurumasina silindrisse katlast, katla alla aga paigutatakse kolle. Auruvajadus on suur. Tuleb ehitada suuri, avarate kolletega katlaid. Seejuures kasutab vedur ära ainult seitse kuni üksteist protsenti kütuse põlemisel vabanevast energiast.

Kas poleks võimalik panna vankrit liikuma nii, et temaga saaks sõita kõikjal ja odavalt, kasutades seejuures täielikumalt ära kütuse energiat?

Siin tuli appi sisepõlemismootor.

Sisepõlemismootoril on hoopis teistsugune ehitus kui aurumasinal. Kolb liigub kütuse põlemisel vabaneva energia arvel. Kütus ei põle siin mingis kõrvalises ruumis, vaid põlemiskambris vahetult silindri kohal.

Esimene sisepõlemismootor töötas gaasiga.

Tol ajal ei sobinud autole selline mootor. Gaasi saamist puidust auto liikumisel, nagu see toimub tänapäeval gaasigeneraatorites, siis veel ei tuntud. Samuti ei osatud tol ajal gaasi komprimeerida ja balloonides kaasa vedada.

Tõeline auto tekkis siis, kui konstrueeriti bensiiniga töötav sisepõlemismootor ehk nn. karburaatormootor.

Niisuguse mootori konstrueeris vene insener Kostovitš 1879. aastal.

1885. aastal toimus Kostovitši mootori ehitamine ja katsetamine.

Automootorit ja -keret on palju kordi ümber tehtud. Esi- mesed autod olid vedruvankri taolised. Reisija ja juhi kaitseks vihma eest ehitati vankrile vari.

Autotransport on kõige mugavam. Paljudes maades tõrjuvad autod välja raudtee.

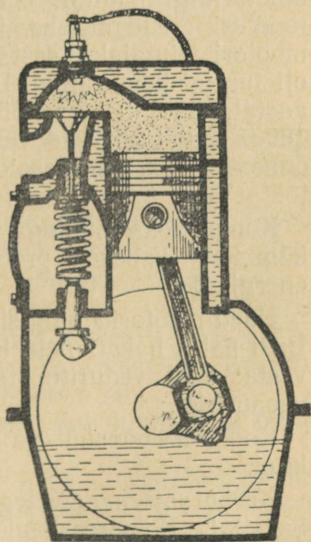
Ka karburaatormootoril on aga puudusi. Tema peami- seks puuduseks on see, et ta muudab mehaaniliseks ener- giaks vähem kui kolmkümmend protsenti kütuse põlemisel saadavast energiast.

Karburaatormootori põlemis- kambris toimub karburaatoris valmistatud bensiiniauru ja õhu segu süütamine elektrisädemega nn. süüteküünla abil.

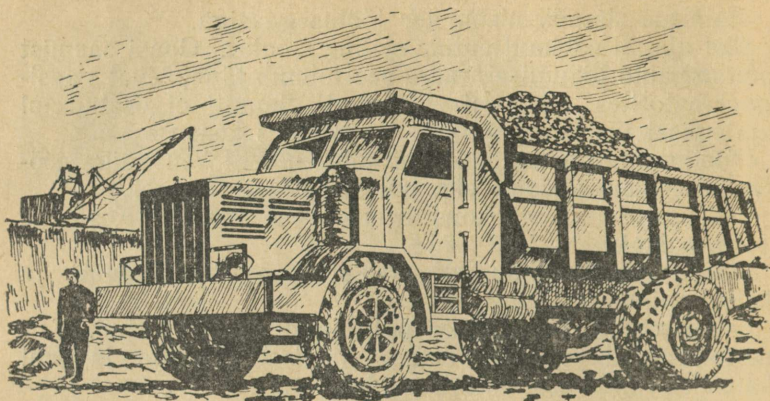
Täiuslikuma konstruktsiooni otsinguil loodi uus mootor, mil- lel puudub karburaator ning puuduvad ka süüteküünlad ja põlemiskamber.

Silindrisse ei juhita bensiini- auru ja õhu segu, vaid ainult õhku. Kolvi ülespoole liikumisel õhk surutakse kokku ja ta kuu- meneb kuni 540 kraadini. Nüüd pritsitakse kuuma õhu sisse düü- si abil teatud kogus kütust, mis otsekohe süttib.

Kaasajal nimetatakse neid mootoreid kompressioonsüütega mootoriteks. Kaua aega nimetati (ja nimetatakse sageli veel praegugi) selliseid mootoreid



Bensiiniaur põleb mootori silindri kohal.



Kompressioonsüütega sisepõlemismootoritega on varustatud paljud autod.

diiselmootoriteks insener Dieseli nime järgi, keda loeti selle mootoriliigi leiutajaks. Insener Diesel tegi tõepoolest palju mootori arendamiseks, kuid ta ise ei lugenud ennast selle mootori leiutajaks, sest kompressioonsüütega mootori idee oli tuntud juba varem. Diesel ehitas esimese mootori 1897. aastal. See mootor töötas isegi petrooleumiga halvasti. 1898. aastal ehitasid vene leiutajad Boklevski ja Filippov õnnestunuma kompressioonsüütega mootori. Nende mootor töötas isegi toornaftaga.

Kompressioonsüütega mootorid kasutavad ära kuni kolmkümmend kaheksa protsenti kütuse põlemisel saadavast energiast.

Uued mootorid tungisid kiiresti tehnika kõikidele aladele. Eriti palju hakati neid kasutama mere- ja jõelaevadel, allveelaevadel, veduritel, tankidel, traktoritel, autobussidel ja veoautodel.

Kompressioonsüütega mootoreid kasutatakse ka lennukitel.

Karburaatormootoritega autod vajavad hiigelkogustes bensiini. Kompressioonsüütega mootoreid aga tarvitavad spetsiaalset kütust, nn. diislikütust.

Bensiin, petrooleum ja diislikütus pole vajalikud mitte üksnes autodele. Neid vajavad samuti traktorid, iseliiku-

vad kombainid ja paljud teised põllutöomasinad ja mehhanismid.

Naftasaadused on põllumajanduse mehhaniseerimise aluseks, mis on tähtsaks eelduseks põllumajanduse järsu tõusu saavutamise hiigelprogrammi teostamisel vastavalt kommunistliku partei ja Nõukogude valitsuse otsusele.

Naftasaadused on vajalikud kõikjal.

Nendeta ei saa eksisteerida ka kaasaegne armee, eriti sõja ajal.

Mootorite sõda

Lendamine on olnud paljude inimeste salajaseks unistuseks. XV sajandil püüdis suur insener, kunstnik ja mõtte-tark Leonardo da Vinci esimesena selgitada võimalusi inimese lendamiseks tiibadega. Paljude aastate jooksul uuris ta lindude lendu. Ta tegi jooniseid tiibadest, mis tema arvestuste kohaselt pidid kandma inimest õhus nagu lindu. Kuid tol ajal ei kandnud tiivad inimest...

XVI sajandi teisel poolel, tsaar Ivan Groznõi ajal püüdis lennata «talupoeg Nikita, Lupatovi bojaaripoja sulane». Nii on kroonikates kirjutatud esimese vene tiibadeleiutaja nimi.

Nikita püüdis teostada oma esimest lendu Moskva lähedal, Aleksandrovis.

Katse ei õnnestunud.

Teda peksti halastamatult keppidega, tema varandus aga müüdi võlgade katteks, mida ta oli teinud, et endale tiibu ehitada.

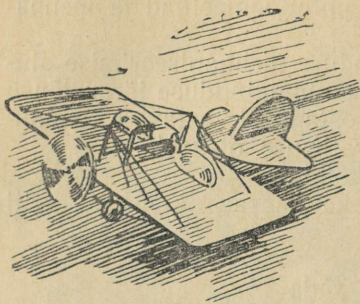
Meie vanades kroonikates ja ajaloolaste ülestähendustes võib leida mitmeid viiteid lendamise katsete kohta. Kõik need katsed lõppesid harilikult ebaõnnestumisega.

1724. aastal ehitas Rjazani kubermangus Pehletsi külas vabrikusell Ostrovkov teravmeelsema lennuaparaadi härjapõitest. Lendur eraldus selle abil maapinnast hoopis edukamalt, kuid ka see polnud veel lendamine.

Lendama hakkas inimene alles siis, kui ta paigutas tiibadele mootori.

Esimene patent maailmas mootoriga varustatud lennumasinale anti välja Venemaal 1881. aastal insener A. F. Možaiskile. Selle masina mudel, mis oli ehitatud leiduri poolt, «veeres ja lendas vabalt ja maandus sujuvalt». Väliselt sarnanes ta kaasaegse monoplaaniga.

Hiljem ehitas A. F. Možaiski oma mudeli põhjal esimese



A. F. Možaiski lennuk.

mootoriga lennuki. Masin tõusis õhku, kuid ei lennanud kaugele. Mootori võimsus ei osutunud küllaldaseks. Võimsama mootoriga lennuki ehitamine aga leiutajal ei õnnestunud.

1955. aastal möödus nelikümmend kaks aastat maailma esimese mitmemootorilise lennuki «Vene sangar» lendude algusest (1913. a.).

Sellest ajast, s. o. 1913. aastast peale algas lennuki ehituse kiire areng.

1937. aastal sooritasid Tškalov, Baidukov ja Beljakov ajaloolise lennu Moskvast üle Põhjanaba Ameerikasse. Lennuk lendas vahemaandumisteta ligi kümme tuhat kilomeetrit, läbides seejuures rasketes tingimustes Arktise uurimata õhuruumi. See lend avas pikkade, vahemaandumisteta lendude ajastu.

Esimesed lennukid lendasid mõne meetri kõrgusel maapinnast. See oli tolleaegse lennuki «lagi». Tänapäeva lennukid tõusevad kolmeteistkümne-viieteistkümne kilomeetri kõrgusele ja isegi kõrgemale.

Kõik see saavutati lennuki konstruktsiooni parandamisega, mootorite täiustamisega ja bensiini omaduste parandamisega.

Teise maailmasõja algul paiskasid sõdivad maad tegevusse kakssada tuhat mitmesugust lennukit. Kõiki neid lennukeid oli vaja varustada bensiini ja määrdeõlidega.

Üksnes 1000 pommitaja ja neid saatva 500 hävituslennuki 2000-kilomeetriseks lennuks vajatakse 3750 tonni bensiini, s. o. kaks raske tsisternrongi täit.

Naftasaadusteta oleksid maaväed praegusel ajal täiesti võitlusvõimetud. Tankid, iseliikuvad suurtükid, suurtükivägi ja voodid liiguvad ainult bensiini ja diislikütuse abil. Mehhaniseeritud väeosad ja suurtükivägi vajavad peale bensiini ja diislikütuse määrdeaineid ja muid naftasaadusi.

Kas teate, kui palju autosid ja veevahendeid võttis osa Teisest maailmasõjast? Nelikümmend miljonit! See masinate hiigelpark oli peaaegu pidevas liikumises, liikuma aga panid teda naftasaadused.

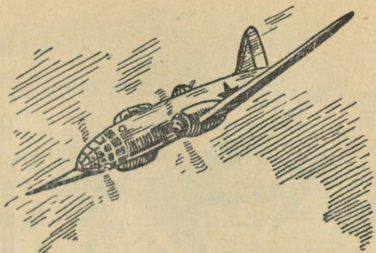
Tanke oli kõigil sõdivatel riikidel Teises maailmasõjas kokku sada viiskümend tuhat.

Tankid ja lennukid ilma bensiinita on niisama head kui vanaraud.

Rahua ajal kulutatakse manöövritel suuri koguseid bensiini. Sõja ajal bensiinikulu tõuseb järsult. Teises maailmasõjas hoolitsesid sõdivad riigid bensiini tootmise eest samuti, nagu vintpüssipadrunita ja suurtükimürskude tootmise eest.

See oli mootorite sõda.

Iga tankidiviis kulutas ööpäevas 200—350 tonni bensiini. Sõdivate maade sõjalaevad ja lennukid põletasid ööpäevas sadu tuhandeid tonne naftasaadusi.



Lennuk.

Lennukid-raketid

Kõrgel sinitaevas liugleb ebahariliku kujuga lennuk täisnirksete, tahapoole painutatud kandepindadega ja püstise sabaga. Silm suudab vaevu teda jälgida. Kõrv ei jälgi teda hoopiski: kuuled tema iseloomulikku mürinat ja sööstad akna juurde, aga taeva laotuses pole midagi — lennuk on juba jäljetult kadunud.

Selline lennuk lendab kiirusega, mis on lähedane hääle kiirusele. Enne kui tema mürin jõuab meieni, kaob lennuk vaateväljalt.

Need on lennukid-raketid — reaktiivlennukid, mis on loodud meie teadlaste ja konstruktorite poolt.

Esimese motokompressor-õhkreaktiivmootori leiutas vene armee kapten N. Telešov 1867. aastal.

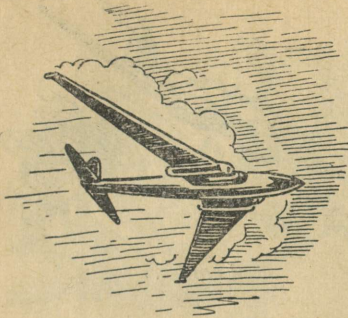
Reaktiivliikumise teooria ja praktika loojaks ja välja-töötajaks oli meie teadlane K. E. Tsiolkovski.

Aga võib-olla uued lennukid liiguvad naftata?

Ei, ka neile on vajalikud naftasaadused.

Reaktiivmootorite kütus valiti samuti vene leiutajate poolt. 1897. aastal laskis insener Kuzminski käiku petrooleumiga töötava reaktiivmootori.

Sellest ajast peale on petrooleum reaktiivlennukite peamiseks kütuseks kogu maailmas.



Reaktiivlennuk.

Petrooleum ei põle reaktiivmootoris hoopiski mitte selliselt nagu sisepõlemismootoris.

Reaktiivmootor erineb oluliselt sisepõlemismootorist.

Sisepõlemismootorid nagu aurumasinadki on ette nähtud soojuse muundamiseks mehaaniliseks energiaks. Kütuse soojusenergia muundatakse mehaaniliseks energiaks, mis paneb liikuma masina vääntvõlli ja rattad.

Reaktiivmootoris muudetakse kütus gaasiks, mis hiiglasuure kiirusega — kuni kaks tuhat kilomeetrit tunnis — paiskub välja mootori düüsisist. Düüsisist välja tungivate gaaside hiigeljõud tõukab lennukit edasi.

Reaktiivmootor koosneb kolmest osast: kompressorist, põlemiskambrist ja gaasiturbiinist.

Pidevalt põlev kütus eraldab gaase, mis püüavad düüsisist välja tungida. Gaaside liikumise teele on paigutatud turbiin, mis paneb pöörlema läbi kogu mootori ulatuva vöölli. Kambri esiosas paneb vööll pöörlema kompressori, mis õhu kokku surub ja suunab põlemiskambrisse.

Kompressor on hädavajalik, sest kütuse põletamiseks põlemiskambris vajatakse väga suurt hulka õhu — rohkem kui viiskümmend kuupmeetrit liitri kütuse kohta.

Suruõhk voolab kogu aeg põlemiskambrisse, kuhu pihustite abil pidevalt antakse kütust äärmiselt peenikeste tilgakestena. Kütusetilgad aurustuvad ja süttivad põlema.

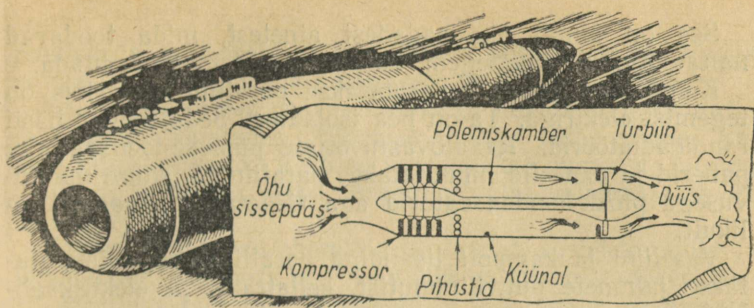
Niisugune reaktiivmootor teenindab end ise: ta surub ise õhu kokku ja juhib selle koos kütusega põlemiskambrisse ning samal ajal paneb liikuma lennuki.

Selliseid mootoreid nimetatakse turbokompressor-õhkreaktiivmootoriteks.

On olemas ka vedelikreaktiivmootorid. Neis mootorites puudub nii turbiin kui ka kompressor.

Kütusele lisatakse siin hapendajat — vedelat hapnikku, lämmastikhapet või vesinikülihapendit. Kütuseaur astub hapendajaga keemilisse reaktsiooni, kusjuures eraldub suur hulk soojusenergiat.

Põlemisel tekkivad gaasid paiskuvad düüsisist välja ja



Nii on ehitatud reaktiivmootor.

tõukavad lennukit edasi nagu turbokompressormootori puhulgi.

Vedelikreaktiivmootoriga lennukeid on praegu veel vähe — need on tuleviku lennukid.

Kõik lennukid, autod, traktorid, tankid, jõe- ja merelaevad vajavad naftasaadusi. Tänapäeval on mootorid nafta peamiseks kasutusalaaks.

Naftasaadused pole aga vajalikud üksnes mootoritele.

Sellest, mida paljud ei tea

Naftata oleks võimatu tänapäeva tehnika.

Naftast saadakse peale kõikvõimalike mootorikütuste sadu määrdeaineid mootorite, masinate ja tööpinkide hõõrduvate osade määrimiseks ja metalli kaitsmiseks roostetamise eest.

Ka see aga ei ole veel kõik.

Nafta on sügavalt tunginud inimeste igapäevasesse ellu.

Iga päev, iga tund, kus inimene ka ei elaks, linnas või maal, palavas lõunas või külmas põhjas, puutub ta kokku naftaga, seda ise aimamata.

... Te ärkate hommikul ja süütate tiku. Selgub, et selleks lihtsaks toiminguks on vajalik nafta. Et tikk paremini põleks, on ta väävlil lähedalt immutatud parafiiniga.

Parafiin on kõva ja lumivalge. Raske on uskuda, et ta on saadud mustast, määrivast naftast.

Asjata võite murda parafiinitükki ja otsida värskelt murdekohalt nafta lõhna. Parafiinil puudub nafta lõhn.

See on ainult üks sadadest ainetest, mida toodavad naftatöötledjad. Loetlegem, kus te võite temaga kohtuda.

Kõige laialdasemalt kasutatakse parafiini seal, kus on tegemist elektriga. Ta on hea isolaator. Seda teavad hästi raadioamatöörid. Raadiovastuvõtjate püsivkondensaatorite paberid ja paneelid immutatakse parafiiniga, suure mahtuvusega plokk-kondensaatorid aga täidetakse temaga täielikult.

Vaseliini ja kampoli lisandiga parafiiniseguga immutatakse juhtmete puuvillpunutist, kellatraati ja elektriikaableid.

Puhast parafiini kasutatakse niitide vahatamiseks ning vaha- ja kopeerpaberi immutamiseks.

Parafineeritud paberisse pakitakse kompvekke. Parafiiniga kaetakse arstimipudelite ja keemiliste reaktiivide anumate korgid.

Parafiin ei karda happeid.

On olemas nn. fluorvesinikhape. See hape lahustab klaasi, kuid teda transporditakse sagedasti klaasanumates, mille siseseinad on kaetud parafiinikihiga. Parafiinist valmistatakse happekindlaid katteid ja määrideid.

Tekstiilitööstuses kasutatakse parafiini laialdaselt kangaste lõplikul viimistlemisel.

Parafiin on vajalik ka kingakreemi ja poonimisvaha valmistamisel.

Hapendatud parafiinist saadakse sünteetilist värnitsat, õlilakkide ja värvide kuivamise kiirendajat ehk sikatiivi, lakke endid, sünteetilisi vaike ja plastmasse.

Parafiinist valmistatakse eriti puhtaid vahasegusid. Neid segusid kasutatakse kompvekkide dražeerimiseks ja pannide määrimiseks küpsiste valmistamisel.

Samade segudega kaetakse ka juustu välispind hallitamise ja kuivamise vältimiseks.

Õlu ja nafta ei sobi kuidagi kokku. Seejuures on aga õllevaatide pigitamisel kasutatava pigi üheks koostisosaks parafiin.

Arstid kasutavad parafiini reuma ja närvihaiguste ravimiseks. Parafiinist valmistatakse küünlaid.

Ainuüksi parafiini kõikide kasutamisalade loetelu võtaks käesolevas raamatus liiga palju ruumi.

Võtame teise, naftagaasidest saadava aine — gaasitahma.

See on sametmust pulber. Pole soovitatav teda kätega

puudutada, sest raske on käsi hiljem puhtaks pesta. Veega ei saa teda üldse maha pesta, sest ta ei lahustu vees.

Gaasitahm esineb peaaegu kõikides kummitoodetes, auto- ja jalgrattakummides. Vihmase ilmaga välja minnes panete jalga kalossid. Kalosse aga tehakse kummist, mis on kautšuki ja tahma segu. Praegusel ajal valmistatakse ka kautšukit naftast.

Tahma sisaldavad eboniit, heliplaadid, süsielektroodid ja kingakreem. Tahmata pole võimalik valmistada kopeerpabe-rit, kirjutusmasinalinti, pliiatseid ja mõningaid lõhkeaineid.

Peaaegu kõigile odavamatele seebisortidele lisatakse naftenhappeseepi, mis on samuti naftasaadus. Tähendab, pesemisel kasutate jälle naftat. Naftenhappeseep ja asidool on petrooleumi ja diislikütuse leeliselega puhastamisel tekkivad jäägid. Naftenhappeseepi kasutatakse tekstiilitööstuses kangaste värvimisel ja pleegitamisel, naha rasvatamisel, desinfitseerivate vahendite valmistamisel võitluseks teravilja-, viljapuu- ja juurviljakahjuritega. Asidooli tarvitatakse liiprite immutajana, vaikude ja aniliinvärvide lahustajana ja sikatiivina.

Teekann, nuga ja kahvel on valmistatud nafta kaasabil. Metallid sulatatakse ja töödeldakse naftasaaduste abil.

Elektrivoolu saadakse samuti nafta kaasabil. Kui juba ükski tööpink ei saa töötada naftast toodetud määrdeaineteta, siis seda enam ei saa naftasaadusteta töötada ükski elektrijaam.

Kõik läigib elektrijaamades nafta-määrdeainetest. Nii-sugused elektrijaama osad, nagu võimsad transformaatorid ja lülitid, on täidetud naftast toodetud õliga.

Kõnnitee, millel kõnnite, on valatud asfaldist, asfaldi aga valmistatakse gudroonist ja bituumenist, mida omakorda saadakse naftast.

Tuhandeid mitmesuguseid aineid saab naftast. Neid aineid kasutatakse kõikjal. Võimatu on loetleda kõiki nafta-produkte ja nende kasutamisasasid. Iga päev avastatakse kogu maailma naftalaboratuuriumides üha uusi naftasaa-dusi ja nende uusi kasutamisasasid.

Mis võiks olla ühist roosi ja nafta vahel?

Siiski, naftast või õigemini naftagaasist saadakse aro-maatset roosiõli. See on väga hinnaline aine. Ühe kilo-grammi roosiõli tootmiseks vajatakse 350—500 kilogrammi roosi kroonlehti. Seepärast on roosiõli hind väga kõrge. Tema valmistamine naftast on palju odavam.



Plahvatus.

Samast naftagaasist saadakse kloroformi, mida kasutatakse kirurgilistel operatsioonidel ja ka rasvade lahustajana tehnikas.

Naftagaasidest võib saada mürkgaasi fosgeeni, ülitugevat mürki tsüaankaaliumi ja ka sipelghapet, mis leidub sipelgate eritises ja kõrvenõgestes. Apteekides müüakse alkoholiga lahjendatud sipelghapet reumatismastase vahendina «sipelgapiirituse» nime all.

Nii mitmekülgne on nafta kasutamine.

Piserdades nisu naftaga, iikutakse terad niivõrd, et kannaki ei taha neid nokkida. Kõikides suuremates ladudes aga töödeldakse teravilja ja toiduaineid säilitamise huvides naftast saadud gaasilise etüleeniga, kusjuures etüleen on inimesele täiesti kahjutu.

Naftat või masuuti valatakse soodesse, et hävitada maalaariasääskede vastseid. Naftagaasi ümbertöötamisel saadakse freooni. Freooni kasutatakse paljudes külmutusmasinates. Naftaproduktidest toodetakse ka insektitsiide, millest eriti laialt on tuntud DDT ja heksaklooraan. Viimaseid kasutatakse massiliselt sääskede ja moskiitode hävitamiseks soodes.

Kui meeldiv on piserdada tube ja riideid lõhnaõlidega! Siinjuures kaugeltki kõik ei tea, et paljusid lõhnaõlisoorte valmistatakse naftaproduktidest. Paljud võiavad käe- ja näonahka kreemide ja salvidega, kuid väga vähesed teavad, et need ained on valmistatud kui just mitte tervikuna, siis suurelt osalt naftasaadustest.

Naftast saadakse ka puuviljaessentse, peale selle aga terve seeria lõhkeaineid.

Naftast saadakse toluooli. Toluooli töötlemisel lämmastikhappega saadakse tugev lõhkeaine trinitrotoluool ehk trotüül ehk tool.

Dünamiidi peamine lõhkekomponent on nitroglütseriin. Glütseriini, mida varem saadi rasvadest, on nüüd hakatud valmistama naftast. Kaasajal kasutatakse nitroglütseriini

asendajana laialdaselt dinitroglükooli, mida saadakse naftagaaside keemilisel ümbertöötamisel.

Rohkem kui kümme aastat tagasi saadi ühes Šveitsi laboratooriumis naftast kümme grammi uut lõhkeainet tetranitrometaani. Laborandi hooletuse tõttu see aine plahvatas. Ainult kümme grammi lõhkeaine plahvatus tekitas suuri purustusi; oli kümme surnut ja kakskümmend haavatut.

Rahuajal leiavad lõhkeained laialdast kasutamist sotsialistlikus rahvamajanduses.

Lõhkeainete abil rajatakse teid, puhastatakse põlde kividest ja juuritakse kände. Kaevandustes toodetakse lõhkeainete abil kivisütt.

Puudutame veel üht nafta kasutamisala.

Naftast on võimalik saada mitte üksnes gaase, vedelaid aineid ja kõikvõimalikke määrdeid, vaid ka tahkeid aineid.

Naftagaasidest saadakse erilisel töötlemisel ehk nn. sünteetiliselt¹ teel vaike. Vaikudest valmistatakse plastmasse, lakke, kunstnahka jalatsite tootmiseks jne.

Plastmasside eriliikidest saadakse filmi ja purunematut klaasi.

Samadest naftagaasidest võib saada ka vääriskive. Ja mitte üksnes lihtsaid vääriskive, vaid niisuguseid, mis sarnanevad kõige haruldasema ja hinnalisema teemandiga.

Mis võib olla ühist vedelal, määrival naftal ja kõige kõvemal ja haruldasemal vääriskivil — teemandil? Teemant lõikab klaasi. Teemandi lihvimisel saavad inimesed briljante.

Naftagaaside ümbertöötamist käsitlevas tehnilises literatuuris kirjeldatakse naftagaasidest teemandi saamise meetodeid.

Tulevikus hakatakse naftat ja naftagaase ikka enam ja enam kasutama keemilise töötlemise lähteainena ja nafta annab meile veel palju uusi ja vajalikke aineid.

Nõukogude teadlased on andnud nimetamisväärtse panuse nafta ja naftagaaside keemilise ümbertöötamise arendamisse.

¹ Sünteesiks nimetatakse keemias keerukamate ühendite valmistamist lihtsamatest.

MIS ON NAFTA

Alustame veest

Selleks, et mõista, missugune suurepärane looduseand on nafta ja miks temast on võimalik saada lugematu arv kõige mitmekesisemate omadustega aineid, on vajalik kas või üldjoontes tutvuda tema koostise ja omadustega.

See aga polegi nii lihtne. Nafta on väga keerukas vedelik.

Võtame kõigile tuntud vedeliku — vee. Keemias teda ei nimetata lihtaineks, vaid liitaineks, kuid ta on palju kordi lihtsam naftast.

Me kõik joome päevas mitu korda vett. Paljud meist teavad, et 71 protsenti maakera pinnast on kaetud veega, et keskmiselt 45 protsenti puu kaalust langeb veele ja et kurk sisaldab vett üle 90 protsendi. Kaugeltki kõik aga ei oska õigesti vastata küsimusele: mis on vesi?

Paljud ütlevad:

«Vesi on vedelik.»

Nafta on samuti vedelik. Nafta põleb, vesi aga kustutab tule. Vedelikud võivad olla mitmesugused. Seepärast mõistega «vedelik» saab iseloomustada ainult aine füüsikalist olekut, mitte aga keemilisi omadusi ja koostist.

Keskkooli õpilane ütleb, et vesi on vesiniku ja hapniku ühend.

Seejuures ta kirjutab



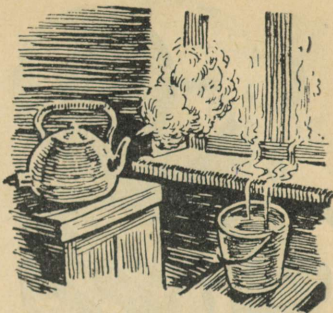
Tõepoolest, lahutades vett koostisosadeks, saadakse vesinik (H) ja hapnik (O). Vesinikku on igas veeosakeses kaks ruumala, hapnikku aga üks ruumala ehk, nagu on öeldud keemia õpikuis, «vee molekulis on kahe vesiniku-aatomi kohta üks aatom hapnikku».

Aatom on elemendi väikseim osake, mida ei saa keemi-

liste meetoditega lagundada lihtsamateks osadeks. Aatomite liitumisel moodustuvad molekulid.

H_2O on vee molekul.

Kui vesi teekannus keeb, siis väljub temast sisinaga auru. Ka taevalaotuses liuglevad veeauru moodustised. Need on pilverünkad. Nad koosnevad vee molekulidest, mis pole veel jõudnud liituda suuremateks tilkadeks.



Auramine ja kondensatsioon.

Asetage teekannu toru ette külm lusikas ja otsekohe kogunevad lusikale veetilgad.

Talvel nõrgub aknaklaasidelt mõnikord vett. Algul hakkab aken «higistama», seejärel tilgad suurenevad ja nõrguvad nagu pisarad mööda klaasi. Kust tuli see vesi?

Toa õhust kondenseerusid (läksid üle vedelasse olekusse ja kogunesid tilkadeks) klaasi külmal pinnal vee molekulid.

Õhus on alati vett, kuid see pole silmale nähtav.

Aurust võib saada vett, veest auru. Kui vett külmutada, siis ta muutub jääks. Veest võib saada hapnikku ja vesinikku. Muud midagi pole võimalik veest saada.

Naftast seevastu võib saada väga palju mitmesuguseid üksteisega hoopiski mitte sarnaseid aineid.

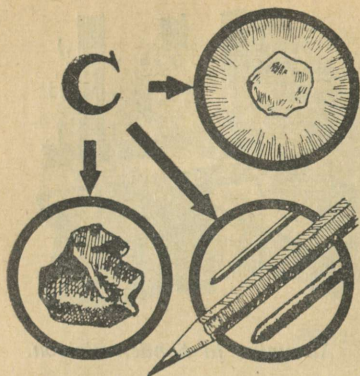
Imepärane element

Mendelejevi perioodilises süsteemis loetletud elementide hulgas, millest koosneb kogu maailma ehitus, leiduvad süsinik (C) ja vesinik (H).

Nafta ja naftasaadused koosnevad peamiselt nende kahe elemendi ühenditest.

Kaalu järgi on süsinikku naftas rohkem kui vesinikku. Naftas on süsinikku keskmiselt 85 protsenti, vesinikku aga 14 protsenti. Ülejäänud üks protsent (mõnikord veidi rohkem või vähem) kuulub lisanditele: väävlile (S), lämmastikule (N) ja hapnikule (O).

Peamine naftat moodustav element on süsinik. Sellest saavadki alguse nafta eriomadused.



See kõik on süsinik.

Tavaliselt iga sõna kutsub meis esile teatud ettekujutuse ainest või esemest.

Hääldades või lugedes sõna «süsinik», tekib paljudel meist ettekujutus puu- või kivisöest.

Ettekujutus on täiesti õigustatud. Süsinik esineb looduses vabal kujul kolmes vormis: söena, grafiidina ja teemandina.

Sütt tunneme kõik. Grafiiti samuti. Grafiit esineb pliiatsites, millega me kirjutame.

Teemant on vääriskivi, kõva, harilikult värvitu ja läbi-

paistev mineraal. Ta ei sarnane söega, kuid koosneb süsinikust. Tema läbipaistvus ja kõvadus on tingitud süsinikuaatomite erilisest asetusest teemandi kristallis.

Töenäoliselt ei kutsu sõna «süsinik» kelleski esile ettekujutust näiteks riidest või võist.

Seejuures või, samuti sits, vill, siid ja lõuend koosnevad mitmesugustest süsiniku ühenditest vesinikuga, hapnikuga ja teiste elementidega.

Süsinik toidab ja riietab meid.

Leib ja kartul sisaldavad süsinikku. Liha, kala ja suhkur koosnevad süsinikuühenditest.

Selline imepärane element on süsinik. Tal on eriline koht teiste elementide seas.

Kõik loomse ja taimse päritoluga ained on süsiniku ühendid vesinikuga, hapnikuga, lämmastikuga ja mõningate teiste elementidega.

Selliseid ühendeid loetletakse kuni kolm miljonit, kõikide teiste elementide ühendeid aga vaevalt viiskümend tuhat.

Süsinikuühenditest koosnevaid aineid nimetatakse orgaanilisteks aineteks. Süsinikuühendite uurimisega tegeleb eri teadusharu — orgaaniline keemia.

Teiste elementide ühendeid uurib anorgaaniline keemia.

Orgaanilisel keemial on suur tulevik. Väga paljud süsinikuühendid pole veel uuritud, paljud neist pole avastatudki. Eriti palju tööd seisab teadlastel ees süsiniku ja vesiniku vaheliste ühendite uurimisel, nafta aga koosnebki peamiselt neist ühenditest.

Süsinik pluss vesinik

Teine tähtsam nafta koostisosa on vesinik.

Vesinik on värvitu, väga kerge gaas. Ta on neliteist korda õhust kergem.

Vesinikku saab hoida ümberpööratud anumast. Teda saab ühest anumast teise valada, kuid mitte nagu vett, vaid vastupidi, alumisest anumast ülemisse.

Vesinikuga täidetud pall kerkib üles, sest vesinik on õhust kergem. Õhupalle ja tsepeliine täidetigi varem vesinikuga.

Vesinik on inimesele kasulik, kuid samal ajal võib ta olla väga ohtlik. Segades kaks osa vesinikku ühe osa hapnikuga saadakse plahvatav segu — paukgaas.

Seepärast kasutatakse õhupallides ja tsepeliinides vesiniku asemel teist, mitteplahvatavat gaasi — heeliumi.

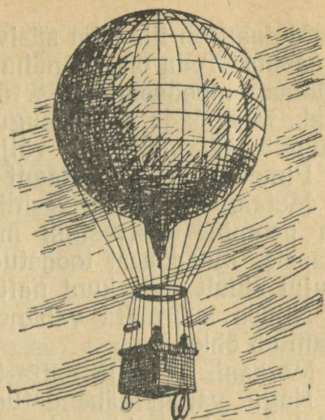
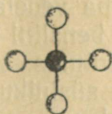
Süsiniku ja vesiniku ühendeid nimetatakse süsivesinikeks. Nafta süsivesinikega lähemaks tutvumiseks vaatleme mõningaid neist.

Eelkõige meenutagem, et süsinik on neljavalentne, s. t. tal on neli vaba keemilist sidet.



Must ring tähistab siin ja edaspidi süsinikuaatomit. Valge ringiga tähistame vesinikuaatomit.

Liites ühele süsinikuaatomile neli vesinikuaatomit, saame gaasilise metaani (CH_4) molekuli.



Heeliumiga täidetud õhupall.

Metaan on lihtsaim süsivesinik. Looduses esineb ta soogaasina. Teda on hea näha talvel tiiki või sood katvas jääs. Metaan moodustab jääs tühikuid ehk mulle. Kui süüdata tikk, lähendada see niisugusele mullile ja purustada mulli kohalt jää, plahvatab väljatungiv gaas otsekohe põlema.

Pimedal ööl on metaani plahvatus väga efektne.

Metaan on üks süsivesinikest, millest koosneb naftagaas, ja peamine süsivesinik maapõuest saadavas looduslikus gaasis. Maapõuest toodetud naftas on metaani lahustunud kujul ainult seni, kuni nafta on rõhu all.

Niipea kui nafta vabaneb rõhu alt, eraldub metaan ja haihtub õhku.

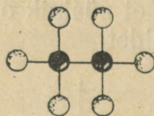
Metaanil on palju nafta koostisse kuuluvaid sugulasi.

Nagu varem tähendatud, on metaani molekulis kõik süsinikuaatomi sidemed seotud vesinikuga.

Need sidemed võivad aga olla seotud ka teiste süsinikuaatomitega. Kui kaks süsinikuaatomit seostuvad omavahel ühe sidemega, siis jäävad kuus sidet vabaks.



Kui nüüd nende vabade sidemetega liituvad vesinikuaatomid, siis tekib teist liiki süsivesinik — etaan C_2H_6 .



See süsivesinik kuulub samuti naftagaasi koostisse.

Süsivesinikud, mille molekulis leidub 1, 2, 3 või 4 süsinikuaatomit, on normaalsel temperatuuril ja rõhul gaasilised ained.

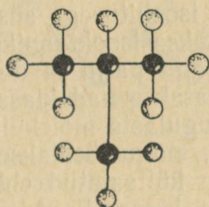
Süsivesinikud süsinikuaatomite arvuga molekulis viiest kuni kuueteistkümneni (juhul kui süsinikuaatomid paiknevad sirges ahelas) on juba vedelad ained. Nad kuuluvad nafta ning sellest saadud bensiini ja petrooleumi koostisse.

Rohkem kui kuueteistkümne süsinikuaatomiga süsivesinike molekulid (sirgete süsinikuaahelatega) moodustavad tahked ained — parafiinid.

Suur arv süsivesinikke on ehitatud ühe põhimõtte kohaselt — süsinikuaatomid paiknevad neis sirgete aheladena, kusjuures nende ühendamiseks kulub vastastikku üks side.



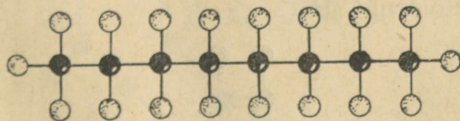
Ahelad võivad olla mitmesugused: sirged nagu ülemisel joonisel või hargnenud, nagu on kujutatud allpool.



Et ahelad on mitmesugused, siis on erinevad ka süsivesinike omadused.

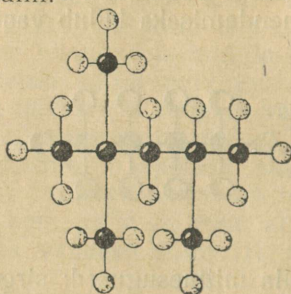
Näiteks aviobensiinidele on vajalikud hargnenud ahelatega süsivesinikud. Sirgete ahelatega süsivesinikud, näiteks niisugused, mille struktuurvalem on kujutatud allpool, on aviobensiinides kahjulikud.

Süsivesinikku, mille molekulis on 8 süsiniku- ja 18 vesinikuaatomit, kusjuures süsinikuaatomid on paigutatud sirgesse ahelasse, nimetatakse normaaloktaaniks.



Bensiini kvaliteeti määrab peamiselt nn. oktaanarv. Mida suurem on oktaanarv, seda parem on bensiin (üksikasjaliselt vt. selle kohta lk. 195—196).

Hoopis teistsugused omadused on allkujutatud, hargnenud ahelaga oktaanil.



Selliseid ühendeid nimetatakse erinevalt normaalse ehitusega süsivesinikest isoehitusega süsivesinikeks. Isoehitusega oktaani nimetatakse isooktaaniks.

Süsivesinikke on väga palju ja nende seas hõlpsamaks orienteerumiseks jaotatakse nad klassidesse.

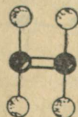
Metaani ja tema sugulaste molekulides on kõik süsiniku sidemed seotud ehk, nagu öeldakse, küllastunud. Neid ühendeid nimetatakse küllastatud ehk parafiinseteks süsivesinikeks, sest selle klassi keerukamatest süsivesinikest koosneb kõigile tuntud parafiin. Metaani keemilisi sugulasi nimetatakse metaanirea süsivesinikeks.

Käesoleval ajal nimetatakse küllastatud, parafiinirea süsivesinikke mõnikord ka alkaanideks.

Sellesse klassi kuuluvad kõik eespoolesitatud struktuurvalemitega süsivesinikud.

Võttes küllastatud süsivesinikust etaanist (C_2H_6) ära kaks vesinikuaatomit, saadakse süsivesinik, millel on kaks vaba sidet.

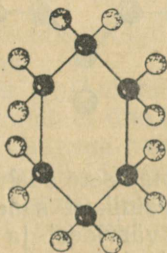
Selline ühend on ebapüsiv. Tema vabad sidemed ühinevad omavahel ja moodustavad kaksiksidemega süsivesiniku — etüleen C_2H_4 .



Niisuguseid süsivesinikke nimetatakse küllastamata süsivesinikeks ehk olefiinideks. Käesoleval ajal kasutatakse sageli ka nimetust alkeenid.

Kaksiksidemest võib uuesti saada hariliku ühekordse sideme. Seejuures iga süsinikuaatomi juures vabaneb üks side, millega võivad liituda näiteks vesinikuaatomid. Selle klassi süsivesinikud astuvad kergesti keemilisse reaktsiooni, liites endaga teisi aatomeid. Nad on väga sobivad keemiliseks töötlemiseks.

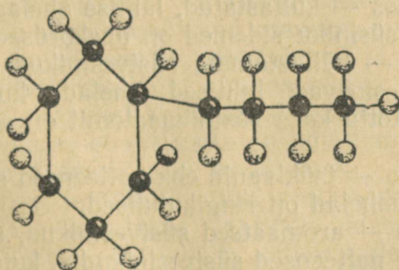
Kolmanda süsivesinike klassi moodustavad ühendid, kus süsinikuahelad pole sirged, vaid ringikujulised.



Neid süsivesinikke nimetatakse naftenideks ehk tsüklaanideks. Esmakordselt avastas selle süsivesinike klassi naftas vene teadlane V. V. Markovnikov.

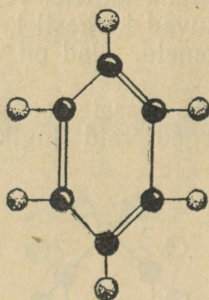
Tsüklaanid ehk naftensed süsivesinikud, mille ringi moodustavad 5 või 6 süsinikuaatomit, on nafta-määrdeõlide peamisteks komponentideks.

Ringidele võivad olla liitunud süsinikuaatomitest külgaahelad.



Saadud keerukad võrgud moodustavad kõige mitmekesisemaid ühendeid. Molekuli koostise või struktuuri iga muudatus annab üha uusi süsivesinikke.

Esineb veel süsivesinike klass, mille ahel on ehitatud samuti kuuest süsinikuaatomist, kuid erilisel viisil:



See on bensool, aromaatsete süsivesinike klassi esindaja. Aromaatsetest süsivesinikest saadakse kõige mitmekesisemaid aineid, alates värvidest ja lõpetades arstimitega, lõhnaõlidega ja lõhkeainetega.

Naftakeemia moodustab tänapäeval väga ulatusliku osa orgaanilisest keemiast. Suurel määral on see teadus loodud meie kodumaa teadlaste D. I. Mendelejevi, A. M. Butlerovi, V. V. Markovnikovi, N. D. Zelinski, A. A. Letni, S. V. Lebedevi, S. S. Namjotkini ja paljude teiste töödega. Selle teadusharu alusel on kujundatud tänapäeva meetodid nafta ümbertöötamiseks ja inimestele vajalike ainete tootmiseks.

Kirjeldatud neli süsivesinike klassi on peamised. Kordame veel:

Esimene klass — küllastatud, lahtise ahelaga süsivesinikud, kus kõik süsiniku sidemed on ühekordsed.

Teine klass — küllastamata süsivesinikud ehk olefiinid, kus samuti esinevad lahtised ahelad, kuid ei jätku vesinikku, mistõttu kaks süsinikuaatomit on seotud kaksiksidemetega.

Kolmas klass — tsüklaanid ehk nafteensed süsivesinikud, milles süsinikuahelad on ringikujulised.

Neljas klass — aromaatsed süsivesinikud, mis on ehitatud samuti kui nafteensed süsivesinikudki, kuid omapärasel viisil: neis vahelduvad kolm liht- ja kolm kaksiksidet.

Nafta on keerukas segu paljudest loetletud süsivesinike klassidesse kuuluvatest ühenditest. Ainult küllastamata süsivesinikke ei esine looduslikus naftas peaaegu üldse. Nad tekivad nafta ümbertöötamise käigus.

Milleks seda kõike on vaja teada?

Selleks, et õigesti toota ja töödelda naftat. Nafta keemiat tundmata ei saa temast toota ainsatki vajalikku ainet.

Missugused on naftad

Haavapuit teatavasti on halvem kasepuidust, põleb halvemini ja annab vähem sooja. Söed on samuti mitmesugused: pruunsüsi annab vähem sooja ja põleb halvemini, antratsiit aga on parim söeliik.

Neile, kes pole tuttavad naftaga, paistab ta alati ühesuguse musta vedelikuna.

Tegelikult aga esineb igas naftaleiukohas erinev nafta. Veel rohkem. Harva juhtub, et ühe ja sama leiukoha erinevates kihtides esineb ühesugune nafta.

Naftade kohta aga ei saa öelda nagu puidu või söe puhul, et üks neist on parem ja teine halvem.

Kõik naftad on head, kui neid ainult õigesti kasutada. Seepärast alati, kui avastatakse uus naftaleiukoht, võetakse avastatud nafta proovid kõige üksikasjalisemale uurimisele. Laboratooriumides ja instituutides ei määrata mitte üksnes nafta füüsikalisi omadusi, vaid ka tema elementaarkoostis, s. t. leitakse, kui palju on naftas süsinikku, vesinikku, lämmastikku ja väävlit.

Peale selle määratakse nafta keemiline rühmkoostis, s. t. leitakse, kui palju on proovis parafiinseid, naften-seid ja aroomaatseid süsivesinikke.

Kõrgetes klaassilindrites, mida naftalaboratooriumides nimetatakse kolonnideks, destilleeritakse nafta keemistemperatuuride järgi üksikuteks osadeks, s. t. määratakse, kui palju on temas bensiini, petrooleumi ja solaarõli.

Kui Krasnodari naftatöötajad avastasid ja uurisid Tamani lahe kaldalt muistsetest savinõudest leitud naftat, siis tegid nad kohe kindlaks, et see nafta on külaline. Nad tegid ka kindlaks tema aadressi, s. o. koha, kust ta on pärit.

Kõigest sellest jutustasid neile muistse nafta omadused. Naftatöötajad kasutavad naftade klassifitseerimiseks keerukat süsteemi. Vastavalt sellele klassifikatsioonile antakse igale naftale oma number, et teada, missugusesse tehasesse teda saata ja missuguste ainete tootmiseks teda kasutada.

Avastati naftaladestus, kus nafta peaaegu tervikuna koosneb parafiinsetest süsivesinikest. Selle nafta destillee-



Naftalaboratooriumis.

rimisel saadakse palju bensii-
ni. Naftatöötlejaid ja autojuht-
te aga see bensiin ei rõõmusta.

Niisugusest naftast saadud
bensiin põhjustab mootoris
kloppimist ehk nn. detonatsi-
ooni. Autojuht laseb niisuguse
bensiini paagist välja ja otsib
teist. Naftatöötlejad annavad
talle bensiooni, mis on rikas
nafteensete või aromaatsete
süsivesinike poolest.

Selline bensiin ei põhjusta
mootoris kloppimist.

Mainitud naftast toodetud
määrdeõli tekitab samuti pa-
handust. Juba jaheda ilmaga

hakkab ta hanguma, pakases aga muutub päris kõvaks.

Parafiinsetest süsivesinikest aga saadakse teisi kõrge-
väärtuslikke aineid. Gaasilistest parafiinsetest süsivesini-
kest saadakse gaasitahma, kloroformi (uinusvahend ope-
ratsioonidel), formaldehüüdi (desinfitseeriv vahend ja täht-
tis aine plastmasside valmistamisel). Vedelatest parafiini-
dest saadakse parafiini ja palju teisi aineid.

Enne Esimest maailmasõda hakkasid sakslased laialda-
selt kokku ostma Borneo saarel leiduvat naftat. Ostsid ja
vedasid palavikulise kiirusega Saksamaale.

Nähes sakslaste suurt huvi nafta vastu, tormasid mitme-
suguste kapitalistlike naftafirmade agendid Saksamaale
oma naftat pakkuma. Nad alandasid isegi hindu. Saksla-
sed ostsid aga naftat ainult Borneo saarelt.

Keemikud, kes kuulsid sakslaste ostudest, taipasid kohe,
millega on tegu: sakslased valmistusid sõjaks.

Borneo nafta on rikas aromaatsete süsivesinike poolest.
Sellise nafta ümbertöötamisel saadakse bensooli ja toluooli,
peamisi tooraineid niisuguste lõhkeainete valmistamiseks,
nagu trinitrobensool ja trotüül (keemilise nimetusega tri-
nitrotoluool).

Eri leiukohtade naftad on niisiis väliselt väga sarnased,
kuid omaduste poolest erinevad.

Naftatootjad teavad, millistes kihtides mingisugune nafta
paikneb, ja vajaduse korral võivad suurendada bensiooni,

petrooleumi või määrdeõlide saamiseks sobiva nafta tootmist.

Bakuus on palju kihte, kus nafta on rikas nafteensete süsivesinike poolest.

Emba jõe basseinis on leiukohti, mille naftast saadakse parimaid määrdeõlisisid maailmas. See nafta on samuti rikas nafteensete süsivesinike poolest, kuid neil süsivesinikel on eriline ehitus.

Groznõi naftades domineerivad parafiinsed süsivesinikud. Neis naftades on palju tahket parafiini.

Teise Bakuu naftad on väga mitmekesised. Nende seas leidub aromaatsete süsivesinike poolest rikkaid liike.

Leidub naftasid, mis tekitavad naftatöötlejatele palju tüli. Niisugused on väävliit ja väävliühendeid sisaldavad naftad. Ümbertöötamisel niisugune nafta söövitab kiiresti terasaparatuuri. Sellist naftat puhastatakse ja teda töödeldakse eriliselt kohandatud tehastes.

Praegu veel sorteeritakse naftat, kuid lähemas tulevikus seda enam ei tehta.

Naftatöötajad on õppinud muutma parafiinseid ja nafteeniseid süsivesinikke aromaatsseiks.

Selleni on viinud süsivesinike pidev ja visa uurimine.

Nafta füüsikalised omadused

Nafta ei erine veest mitte üksnes oma koostise, vaid ka füüsikaliste omaduste poolest.

Vesi on värvitu.

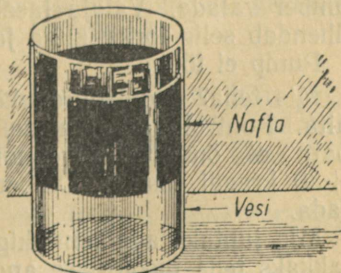
Nafta on harilikult tumepruuni või musta värvusega. Esineb ka ebahariliku värvusega naftasid: kollaseid, punakaid ja helepruune.

Veel puudub lõhn.

Naftal on iseloomulik lõhn. Leidub naftasid, mida tarvitseb ainult kord nuusutada, et kogu päev tunda tema lõhna. Väävliirikastel naftadel näiteks on mädamuna lõhn.

Igasuguse vedeliku üheks tähtsamaks füüsikaliseks omaduseks on erikaal.

Valage klaasi naftat ja vett.



Nafta tõuseb üles.

Segage pulgakesega ja jätke segu seisma. Mõne aja pärast eraldub klaasis olev vedelik kahte kihti: alla kihistub vesi, peale nafta.

Nafta on veest kergem.

Erikaalu määramiseks kasutatakse areomeetrit.

Areomeeter on kahe skaalaga, kraadiklaasi meenutav mõõteriist. Üks skaala näitab erikaalu, teine aga temperatuuri (Celsiuse kraadides), mille juures teostatakse mõõtmist. Areomeeter asetatakse naftasse ja hinnatakse, missuguse jaotuseni ta on vajunud naftasse ning missuguse temperatuuri juures määrati erikaal.

Keemistemperatuur on samuti tähtis nafta füüsikaline näitaja.

Vesi keeb 100 Celsiuse kraadi juures, kui ümbritseva õhu rõhk on üks atmosfäär.

Naftal aga puudub kindel keemistemperatuur, sest nafta on ebaühtlase koostisega vedelik.

Üks süsivesinik keeb 30 kraadi, teine 300 kraadi juures. Seepärast iga nafta ja naftasaaduse puhul määratakse keemise algus ja lõpp ehk nn. keemispäärid.

Vesi külmub 0 kraadi juures Celsiuse järgi. Nafta aga ei külmu, vaid hangub. Isegi siis, kui nafta hangub täielikult ja lakkab voolamast, on ainult osa nafta süsivesinikke läinud tahkesse olekusse, kuna muu osa on jäänud vedelaks.

Nafta hangumistemperatuuri on väga tähtis teada. Iga vedela naftasaaduse iseloomustuses ehk standardis märgitakse tema hangumistemperatuur.

Milleks on vaja seda teada?

Selgel kevadpäeval saabub tehasesse või masina-traktori-jaama Groznõist tsistern masuudiga. Masuut on vaja ümber valada. Valaja laseb tsisterni avast sisse vooliku, ühendab selle torustikuga ja paneb pumba käima.

Pump ei tööta.

Mis teha? Kontrollida kõiki torusid ja pumpa? See ei aita. Kontrollige või mitte, masuuti tsisternist välja pumbata ei õnnestu. Groznõi parafiinne masuut hangub +30 kraadi juures. Umbervalamiseks tuleb teda kuumutada.

Mis juhtuks aga lennukiga, kui õli hanguks ja õlipump lakkaks teda mootoris andmast?

Katastroofi!

Suur tähtsus on nafta sitkusel ehk viskoossusel. Nafta viskoossus oleneb molekulidevahelistest tõmbejõududest ja molekulide suurusest. Nafta on seda viskoossem, mida rohkem temas on suure süsinikuaatomite arvuga molekule.

Väga viskoosseid naftasid on raske, sageli võimatu toota. Niisugused naftad ei voola läbi kihi pooride.

Viskoossusel on suur tähtsus määrdõilide juures. Tööpingid ja masinad vajavad mitmesuguse viskoossusega õlisid. Kui aurumasina silindrisse panna väikese viskoossusega määrdõli, siis uhub aur õli otsekohe välja ja silinder jääb töötama määrdeta.

Kellasid määratakse väheviskoossete õlidega, sest igaühele on selge, et kui me määrime kella niisuguse määrdõliga nagu auto hammasajameid, siis jääb ta otsekohe seisma.

Naftal ja naftasaadustel on palju mitmesuguseid omadusi.

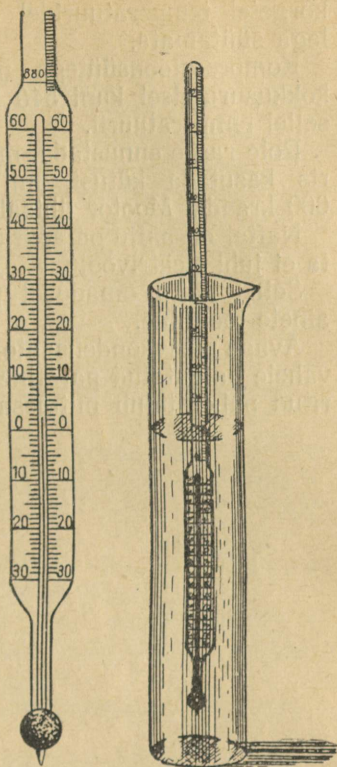
Kõikjal, kus hoitakse naftasaadusi, ripuvad plakatid: «Suitsetamine ja tule süütamine keelatud!»

Milleks seda?

Naftast ja naftasaadustest eralduvad aurud. Eriti palju auru eraldab bensiin. Bensiiniaur on aga ohtlik. Kui süüdata bensiiniauruga teatud piirini küllastatud õhus tikk, siis toimub plahvatus.

Kõikide naftasaaduste puhul mõõdetakse nende aurude ja õhu segu süttimistemperatuuri.

Mõõdetakse ka aurude isesüttimise temperatuuri, sest



Areomeetriga määratakse vedeliku erikaalu.

kõrgetel temperatuuridel süttivad naftasaadused ilma tulega süütamata.

Kompressioonsüütega mootori silindris kuumeneb õhk kokkusurumisel kuni 540 kraadini. Diislikütuse aur süttib sellel temperatuuril.

Pole raske ennustada, mis juhtub siis, kui sellises mootoris kasutada kütust, mille isesüttimise temperatuur on 600 kraadi. Mootor lihtsalt ei hakka töötama.

Naftal on palju omapäraseid füüsikalisi omadusi. Näiteks ta ei juhi elektrivoolu.

Sellel nafta omadusel põhineb naftaparafiinist isoleerainete tootmine.

Avage püsivkondensaator ja te näete alumiiniumlehekeste vahele paigutatud parafineeritud paberit. Õhuke parafineeritud paber talub mitmesajavoldist pinget.

V peatükk

NAFTAOTSIJAD

Kus paikneb nafta

Nafta paikneb maapõues kuni kuue tuhande meetri sügavusel.

Tema tootmine sealt on raske, kuid veel raskem on leida naftaladestusi. Kauges minevikus, kui naftat alles hakati tootma, otsiti naftaladestusi sealt, kus nafta tungis maapinnale.

Leiti naftaallikad. Nende lähedale kaevati kaevud või puuriti augud, rajades sel teel naftatootmisettevõtteid.

Praegusel ajal on peaaegu kõik nafta maapinnale tungimise kohad läbi uuritud ning naftat tuleb otsida maapõue sügavustest. See ülesanne pole lihtne.

Kuidas teada saada, mis on meie jalgade all kahe-kolme tuhande meetri sügavuses?

Nafta ladenemise tingimuste uurimisega ja naftaladestuste otsimisega tegeleb naftageoloogia.

Võtke männi- või kuusehalg. Vaadake tema ristlõiget. Lõikepinnal on selgesti nähtavad kihid ehk aastaringid.

Lugege, mitu aastaringi on männil, ja te saate tema vanuse.

Lõigates maakoore läbi umbes viie kilomeetri sügavuseni ja joonistades läbilõike väikeses mõõtkavas, saaksime samasuguse kihtide pildi.

Need on erinevatel geoloogilistel ajastutel ladestunud kivimite kihid.

Puul moodustub iga aasta uus ring. Maakeral tekib ladestus miljonite aastate vältel.

Kõige nooremad maakera ladestused kuuluvad kvaternaarsesse perioodi. Need ladestused moodustavad meie jalgealuse. Nende kujunemiseks kulub üks ja veerand miljonit aastat.

Vaadake tabelit ladestuste perioodide kohta (V. A. Ob-
rutševi järgi):

Aegkond	Ajastu (Periood)	Ladestuse moodustumise kestus miljonites aastates
Kainozoiline (uus-)	Kvaternaar	1,25
	Tertsiaar	58,75
Mesozoiline (kesk-)	Kriit	75
	Juura	40
	Triias	40
Paleozoiline (vana-)	Perm	32,5
	Karbon	72,5
	Devon	50
	Siluur	150
	Kambrium	90

Tabelis puuduvad eozoiline aegkond, millal algas elu tekkimine Maal, ja arhailine aegkond. Tabel näitab ladestuste, kuid mitte maakera vanust.

Maa vanust hindab akadeemik O. J. Schmidt viiele-kuuele miljardile aastale.

Naftatootjatele pakuvad huvi ainult settekivimid, s. o. niisugused ladestused, mis tekkisid maakeral viimase kuuesaja miljoni aasta vältel.

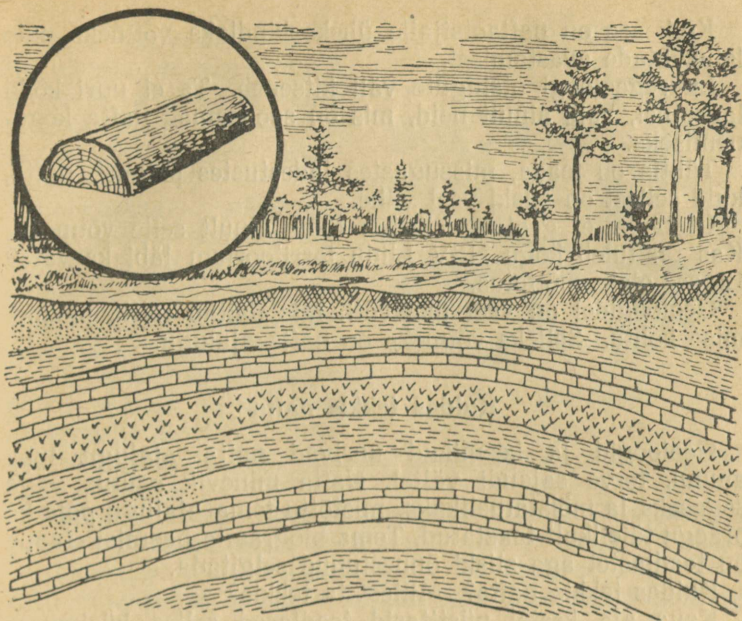
Tabel näitab ka ladestuste järjekorda vanuse suhtes, kuid ei anna kaugeltki alati ladestuste tõelise paiknemise pilti maakeral.

Oma pika geoloogilise ajaloo vältel on Maa pealispind üle elanud palju häireid: mõnedes kohtades laius meri ja ladestused kujunesid eriti intensiivselt, teistes paikades uhtusid tuul ja vihm varem tekkinud ladestusi. Ühed maakera kohad vajusid, teised kerkisid.

Mõnikord kohtame kõige vanemaid ladestusi maapinna lähedal, nooremaid aga kahe-kolme kilomeetri sügavusel.

Toodud tabel on naftaotsijale esimeseks orientiiriks. Eozoilise aegkonna ladestustes naftat pole leitud. Need ladestused on rikkad raua, vase, mangaani, kulla ja plaa-tina poolest, kuid naftat neis pole.

Naftat on leitud paleozoilise, mesozoilise ja kainozoilise aegkonna ladestustes. Seejuures kõige vähem naftat on avastatud mesozoilises aegkonnas, kus kõige naftavaesema-



Maakoore kihid.

teks osutusi triiase ajastu ladestused. Üldse paikneb nafta igas rajoonis tavaliselt kindlates ladestustes.

Kõikides lõunarajoonides (Bakuu, Groznõi, Taga-Kaukaasia, Fergana, Turkmeenia) ja Sahalinil paikneb nafta tertsiari ladestustes.

Emba naftad paiknevad mesozoilistes ladestustes.

Teise Bakuu, Uhta ja Baikali naftad paiknevad kõige vanemates ladestustes.

Selgub, et põhjapoolsed naftad on kõige vanemad, pärinedes paleozoilisest aegkonnast; Nõukogude Liidu kesk-vööndis on naftad «keskealised» — pärinevad mesozoilisest aegkonnast — ja lõunas kõige nooremad — pärinevad kainozoilisest aegkonnast. Selline naftaleiukohtade jaotus geoloogiliste aegkondade ja ajastute järgi kõneleb sellest, et Nõukogude Liidu erinevates rajoonides ei olnud nafta tekkimiseks soodsad tingimused alati, vaid ainult teatavatel geoloogilistel ajastutel.

Kõik see on naftaotsijaile üheks kindlaks võtmeks uute leiukohtade avastamisel.

Luuregeoloogi otsingute väli kitseneb. Ta ei uuri kõiki ladestusi, vaid ainult neid, mis on soodsamad nafta kogunemiseks.

Tähtis on teada, missugustes ladestustes paikneb nafta, kuid sellest on siiski veel vähe.

Oletame, et geoloog siirdub tööle ainult selle võtmega. Kas tal tuleb kogu NSV Liidu territoorium läbi kaevata? Ei, see oleks mõttetus.

Geoloogidel on veel üks võti, mis näitab nafta paiknemise kohta. Selleks võtmeks on nafta ajalugu.

Kuidas tekkis nafta

Geoloogid ja keemikud uurivad nafta ajalugu juba ammu, terve sajandi vältel. Nafta minevik osutus väga segaseks ja mõistatuslikuks, mistõttu tema ajalugu pole ka praegu täielikult taastatud. Tema biograafia peamisi etappe on teadlastel aga siiski õnnestunud selgitada.

Kuidas tekkis nafta? Millest ta tekkis?

Kaua aja kestel püstitasid teadlased selles küsimuses erinevaid oletusi ehk, nagu öeldakse, hüpoteese.

D. I. Mendeleejev oletas, et nafta tekkis sügaval maapõues, kus kõik ained on vedelas olekus.

Ülekuumendatud veeaur ühineb seal metallide karbiididega, mille tulemusena tekivad süsivesinikud. Süsivesinikud tõusevad maakoore lõhede kaudu maakera jahtunud kihtidesse ja siin moodustavad nafta.

Seda hüpoteesi nimetatakse anorgaaniliseks, sest vastavalt sellele moodustus nafta anorgaanilistest ainetest.

1892. aastal püstitas geoloog N. Sokolov hüpoteesi nafta kosmilise päritolu kohta.

Ta kinnitas, et süsivesinikud esinesid Maa gaasilises kestas, kui Maa oli tulivedelas olekus.

Maa jahtus ja süsivesinikud kondenseerusid maakoore ülemistes, jahtunud kihtides.

Mida rohkem geoloogid ja keemikud uurisid naftat ja tema ladestusi, seda rohkem nad veendusid, et nafta tekkis teisiti.

Veeauru ja metallide karbiidide vahelisel reaktsioonil tekkivad süsivesinikud ning kosmilised süsivesinikud osutusid hoopis teistsuguseks kui naftas leiduvad süsivesinikud.

Nafta süsivesinike koostis näitab, et nafta tekkis taimsete ja loomsete organismide jäänustest, s. t. et ta on orgaanilise päritoluga.

Esimesena väljendas mõtte põleva maavara tekkimise kohta orgaanilise aine jääkidest geniaalne vene teadlane Mihhail Vassiljevitš Lomonossov.

Juba XVIII sajandi keskpaiku seletas ta põlevate maavarade tekkimist maapõues orgaanilise aine jääkide lagunemisega maakera soojuse toimet.

Paljude naftade ning kaasaegsete merede ja ookeanide põhjamudade uurimise tulemusena, mis peaaegu eranditult on teostatud meie teadlaste poolt, on kogutud palju tõendeid selle kohta, et nafta on tekkinud taime- ja loomariigi jäänustest.

Tähtsat osa nafta tekkimises omistatakse planktonile. Planktoniks nimetatakse lihtsamaid veetaimi ja loomariigi esindajaid. Plankton elab ka magedas vees, kuid rohkem on teda meredes.

Seni selgitamata põhjustel koguneb plankton hiigelmassides kaldaäärsetesse piirkondadesse ja saarte juurde. Planktoni peamisteks kuhjumiskohtadeks on merede ja ookeanide lahed ja laguunid.

Hiigelhulgad planktonit elavad, seejärel hukkuvad ja langevad põhja. Mõnikord, näiteks merehoovuste muutumisel, toimuvad merevete pisiorganismide elus katastroofid.

Kolmkümmend aastat tagasi toimus niisugune hoovuse muutus Lõuna-Ameerikas Vaikse ookeani rannikul. Randa uhtuv soe hoovus pöördus lõunasse. Kohas, kust eemaldus soe hoovus, langes ookeani vee temperatuur.

Selles ookeani osas elutsevatele mikroskoopilistele taimedele ja loomsetele organismidele oli see katastroofiks. Nad hakkasid kiiresti hävinema. Neist toituvad kalad hukkusid samuti osaliselt, osaliselt aga siirdusid teistesse rajoonidesse.

Aastast aastasse, sadade, tuhandete ja miljonite aastate



M. V. Lomonossov.

jooksul sadestuvad plankton ja teised orgaanilised jäätmed laguunide ja lahtede põhja.

Jões kannavad meredesse ja ookeanidesse silmaga hindamatutes kogustes liiva ja muda. Amu-Darja jõgi kannab iga aasta Araali merre kuussada miljonit tonni muda.

Veest ei sadene merede ja ookeanide põhja mitte ainult savine muda ja liiv. Koos nendega langevad veekogu põhja katkestamatu vihmana surnud plankton ja teised orgaanilised jäätmed. Orgaanilised jäätmed sadenevad liivakassavistesse kihtidesse, mis takistavad nende täielikku lagunemist.

Sajandite vältel muutuvad orgaanilised jäätmed hilisemate ladestuste surve all järk-järgult süsivesinikeks, millest koosneb nafta.

Nafta orgaanilise päritolu hüpoteesi tõepärasust ei kinita mitte üksnes süsivesinike koostis.

Naftaladestused paiknevad just muistsete merede lahtedes ja laguunides, s. o. planktoni ja teiste orgaaniliste jäätmete kogunemise kohtades.

Uraali lõunakallakul avastati hiljuti suured naftaleiukohad devoni ladestustes.

Kolmsada kakskümmend miljonit aastat tagasi oli peaaegu kogu NSV Liidu Euroopa-osa kaetud hiiglmerega. Mere idarannik kulges just sealt, kust nüüd leiti devoni naftaladestused.

Meri on meie maad korduvalt katnud. Geoloogid püüavad seepärast avastada iidsete merede lahtede ja laguunide asukohti, sest seal võib esineda naftat.

Neid kohti ei saa leida, kui ei tunta Maa ajalugu ja muistset geograafiat. Maa ajalugu on tihedasti seotud nafta ajalooga.

See ongi naftaotsijaile teiseks usaldusväärseks võtmeks.

Kuidas võivad naftat otsida noored koduloolased ja turistid

Koolis ei õpita naftageoloogiat ja naftaga tutvutakse vähe. See aga ei tähenda sugugi, et õpilased, eriti noored koduloolased, geoloogid ja turistid ei võiks otsida ja leida naftat.

Varem oli mainitud, et peaaegu kõik nafta maapinnale ilmumise kohad on juba avastatud, kuid see kehtib suurte, silmapaistvate naftaallikate kohta.

Avastamata väikesi nafta maapinnale tuleku kohti on meie kodumaa territooriumil veel väga palju. Iga aasta avastatakse siin-seal selliseid kohti — väikesi, kuid väärtuslikke tunnuseid maa-aluste naftaallikate olemasolu kohta.

Siberis, Tavda rajoonis leidis aset järgmine juhtum.

Kolhoosnik Kukortsev kolhoosist «Putj sotsializma» läks Belaja jõeale kalu püüdma. Ta heitis nooda vette, vedas selle ringi nagu ikka ja tõmbas tagasi. Tiris nooda välja ja pettus kibedasti: mitte kalapojakestki, isegi ujurit ei olnud võrgus. Vaatas noota ja imestas:

«Kunagi pole niimoodi juhtunud!»

Seejärel ta vaatas noota lähemalt ja alles siis märkas, et rohi, mida ta koos noodaga oli välja tõstnud, oli must ja läikis päikese käes, olles nagu rasvaga läbi imbnud.

Mõni teine oleks asja sennapaika jätnud, kuid Kukortsev taipas, et niisugune rohi vees ei kasva, et siin on midagi korrast ära. Ta võttis rohu ja viis külanõukogusse, sealt aga sattus rohi geoloogide kätte.

Geoloogid vaatasid ja uurisid. Selgus, et rohi on läbi imbnud naftaga.

Kust sattus Belaja jõkke nafta? Aurikud mööda jõge ei sõida, asulaid lähedal pole, ümberringi on ainult soo.

Järgmisel suvel tulid jõeale geoloogid ja tegid kindlaks, et nafta väljub seal maapõuest.

Seal, kus praegu laiuvad Teise Bakuu naftatootmisettevõtted, tunti alles üsna hiljuti ainult kuut-seitset nafta väljatuleku kohta. Kui aga tulid geoloogid ja käisid läbi kõik lagendikud ja nõod, siis leidsid nad niisuguseid kohti kümnete viisi.

Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini ei eksisteerinud tsaari-Venemaal naftageoloogiast kui teadusest. Naftageoloogid oli nii vähe, et neid võis loetleda, nagu öeldakse, sõrmedel.

Teadusena loodi naftageoloogia meie maal nõukogude korra ajal, nõukogude teadlaste I. M. Gubkini, A. P. Karpinski, D. V. Golubjatnikovi, A. D. Arhangel'ski ja paljude teiste töödega.

Meil on võimas, keerukate aparaatide ja instrumentidega varustatud naftageoloogia-teenistus, meil on sadasid geoloogilise luure rühmi.

Ja siiski võib noor koduloolane, noor geoloog ja turist abistada geoloogid nafta otsinguil.



Roostelaigud on kandilised.

Meie kodumaa territoorium on väga suur. Naftageoloogidele, kui palju neid ka oleks; on vaja väga palju aega, et pilku heita ääretu maa igasse nurka.

Koolid on meil aga igas külas, nii mägedes kui ka taigas. Igas koolis on uurimishuvilisi noori geolooge, geograafe ja agronooime, kes võivad kiirendada uute naftaleiukohtade avastamist ning abistada geolooge maapõue uurimisel.

Kuidas asuda selle tähtsa tegevuse juurde?

Noor naftaotsija peab eelkõige teraselt vaatlema iga soolaugast, iga seisva veega auku.

Naftat sisaldav lade tungib mõnikord maapinnani või paikneb selle lähedal. Sel juhul nõrgub nafta maapinnast välja. Tolm, liiv, kiviprügi ja ehitused varjavad naftat luuraja silma eest. Vee peal aga on nafta kohe nähtav. See pärast tuleb vaadelda iga soolaugast ja veega täidetud auku. Nafta moodustab veepinnal halli või tumedavärvilise kile, millel on iseloomulik sinine ja oranž helk.

Mitte kõik sellised kiled veepinnal ei ole aga nafta.

Samasuguse kile moodustab rauarooste. Rabapõhjas võib olla ammu kellegi poolt visatud rauatükk, see roostetab ja veepinnale tekib täpselt samasugune kile kui nafta puhul.

On olemas lihtne moodus kindlaks teha, kas kile tekitajaks on nafta või rauarooste. Tuleb võtta kepp ja lahutada kile osadeks. Roostekile laguneb hõlpsasti teravate nurkadega tükikesteks, mis enam ei liitu.

Naftast tekkinud kile osakesed on ümmargused ja liituvad uuesti suureks laiguks.

Leides naftalaike, tuleb hoolsalt vaadelda, kas veekogu põhja pole sattunud pudel või nõu petrooleumi või rattamäärdega.

Petrooleumi või rattamäärde nõu, mis on visatud veega täidetud auku, annab kaua aega sellise naftalaigu ja petab noort naftaotsijat.

Kui veekogu põhi on puhas, siis tuleb naftalaik veepin-

nalt eemaldada ja mõne aja järel, ühe-kahe tunni pärast või ööpäeva möödumisel, vaadeldi uuesti veekogu.

Kui naftalaik ilmub uuesti, siis tähendab see, et on leitud nafta väljatuleku koht.

Sellest tuleb kohe teatada õpetajale, külanõukogusse või kohaliku mäeinspektsiooni geoloogile, kui aga viimast pole, siis kirjutada kohalikule ajalehele ja Moskvasse Naftatööstuse Ministeeriumi Geoloogia Valitsusele.

Naftat võib maapinnal leiduda sitke vedelikuna või isegi tahkel kujul.

Sahalinil on suur kolmehektarise pindalaga asfaldijärv. See on maapinnast välja tunginud ja atmosfääri tingimustes muutunud nafta. Kuuma ilmaga asfalt pehmeneb ja muutub peaaegu vedelaks, külma ilmaga aga kõveneb niivõrd, et temal saab käia.

Väga tähtis on leida kas või väikest, vähemärgatavat sitke nafta väljatuleku kohta.

Esinevad ka naftaga läbi imunud liivad või muud kivid. Mõnikord nafta ainult värvib liiva pruuniks. Sellise liiva leid on suure tähtsusega.

Kuidas teada saada, kas liiv on värvunud naftast või on ise pruun? Selleks tuleb peenestatud proov raputada katseklaasi, valada sinna bensiini ja hästi loksutada.

Kui bensiin pärast mineraalaine sadestumist on kange tee värvusega, siis kivim oli läbi imunud naftaga.

Sageli on maa-aluste naftaladestuste tunnuseks põlevad gaasid.

Gaasi väljatuleku koha leid võrdub peaaegu nafta leiuga. Põlev gaas on peaaegu alatine nafta kaaslane. Kuid ka ilma naftata on gaas suure väärtusega leid.

Jõgedes, ojades ja järvedes tungib gaas mullidena vee pinnale, kuid gaasi liiki saab määrata ainult spetsiaalsete aparatuuridega.

Gaas tungib maapõuest välja mitte üksnes väikestes kogustes mullikestena, vaid mõnikord purskab välja tohutu jõuga, toob endaga kaasa muda ja moodustab mudavul-



Naftalaigud on ümmargused.

kaane. Selliseid vulkaane on palju Kertši ja Tamani poolsaarte rajoonis, Bakuu ümbruses ja Turkmeenias. Peaaegu kõik nad on seotud naftaladestustega.

Asfalt ja gaas on nafta sugulased.

Soolaga pole naftal mingisugust sugulust, kuid sellest hoolimata võib ka sool olla kaudseks naftaladestuse olemasolu tunnuseks.

Emba rajoonis ja Ukrainas on naftalademed seotud soolalademetega. Soolalademetete juures tekivad mõnikord tingimused, mis soodustavad naftaladestuse moodustumist.

Nafta otsimisel tuleb seetõttu tähelepanu osutada ka soolale.

Geoloog läheb välistööl

Varem arvati, et nafta paikneb maapõues järvedena või voolab jõgedena. Selliseid legende võis veel hiljuti kuulda Bakuus.

Praegu on kindlaks tehtud, et mingisuguseid maa-aluseid naftajärvi ega -jõgesid ei ole ja et nafta paikneb poorsetes kivimites, millel pole mitte üksnes omadus vedelikku ja gaasi endas kinni hoida, vaid neid ka läbi lasta.

Kõik kivimid on teatud määral poorised. Savis näeme mikroskoobi all samuti poore, kuid savides kunagi naftat ei leidu, sest nad pole läbilaskvad ja nende poorid on väga väikesed.

Nafta vajab suurte, omavahel ühendatud pooridega kivimeid.

Sellisteks kivimiteks on ainult liiv, liivakivi ja lubjakivi.

Nafta paikneb ainult neis materjalides ja ka neis mitte kõikjal.

Nafta on vedelik. Et ta asub maapõue sügavuses, siis avaldavad pealpool asetsevad kivimikihid talle survet.

Kivimite rõhk surub teda alati maapinna suunas.

Et nafta säiliks maapõue sügavuses, peab kivim, mille poorides ta paikneb, olema ülevalt, alt ja külgedelt suletud naftat mitte läbi laskvate kivimite vahele.

Valage klaasitäis petrooleumi liivale. Petrooleum imbub liiva ja kaob.

Kui aga täidame põie liivaga ja valame sinna petrooleumi, siis jääb petrooleum püsima. Ta imbub liiva pooridesse ja püsib seal.

Geoloogid ütlevad, et nafta paikneb ainult kollektorites.

Kollektoriteks on poor-
sed ja läbilaskvad lii-
vad, liivakivid ja lubja-
kivid, mis on ülevalt ja
alt ümbritsetud tugeva-
te, naftat ja gaasi mitte
läbi laskvate kivimitega.

Kõige paremini takis-
tavad nafta ja gaasi lii-
kumist savikihid. Pea-
aegu reeglina on loodu-
ses leiduvad naftalades-
tused all- ja ülalpool
olevatest kivimitest eral-
datud savikihtidega.

Nafta paiknemisel
maapõue sügavustes on
veel üks iseloomulik
omapära.

Kui poorused kihid
asetsevad horisontaal-
selt, siis ei leidu neis
naftat isegi sel juhul,
kui nad on ülevalt ja alt piiratud läbilaskmatu saviga, sest
nafta valgub igas suunas laiali.

Nafta kollektoritel on seetõttu veel üks omadus: nad asu-
vad kivimite kurdudes, mis ei võimalda naftal külgsuunas
laiali valguda.

Selliseid kurde leidub maakoos. Eelkõige on nendeks
antiklinaalid.

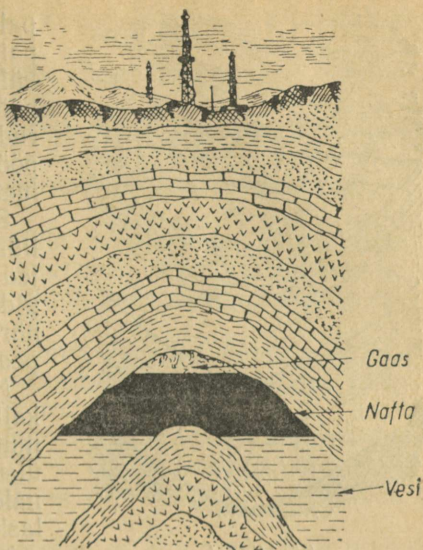
Joonisel on selgesti näha, mis on antiklinaal. See on
kurd, kus kihtide kumerus on pööratud ülespoole.

Antiklinaalides paikneb erikaalude seaduse järgi all vesi,
keskel nafta ja üleval gaas. All- ja ülevalpool naftakihti
asetsevad savikihid.

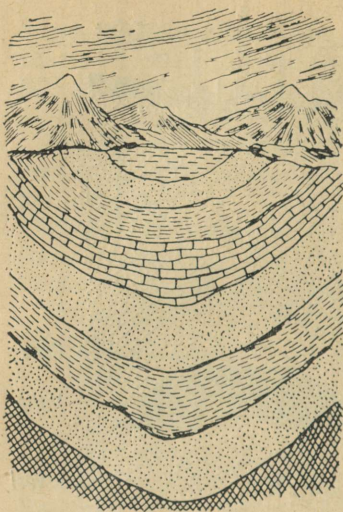
Antiklinaalid on parimad nafta ja gaasi kogujad. Enamik
naftaleiukohti ongi avastatud sellistes maa-alustes kurdu-
des.

Huvitavad on naftaladestused Embas. Siin paiknevad
maapõue sügavuses tohutud soolalademed. Sool surutakse
maapõuest kuplitena välja.

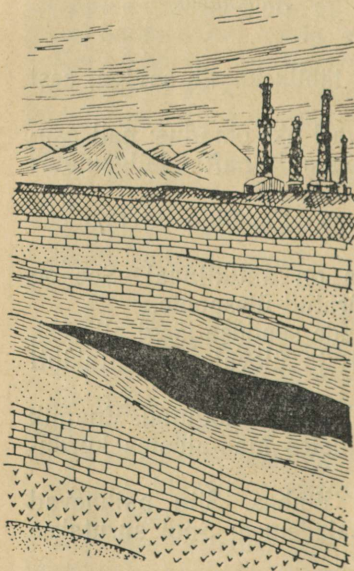
Soolakuplid kergitavad üles nende peal asuvad kivimi-
kihid. Nii moodustuvad antiklinaalid, millest on leitud juba



Antiklinaal.



Sünkliinaal.



Monokliinaal.

palju naftaladestusi. Nafta paikneb harilikult soolakupli külgedel. Esinevad ka ümberpööratud antiklinaalsed kurrud, kus kihtide kumerus on pööratud allapoole. Neid nimetatakse sünkliinaalideks.

Sünkliinaalis võib nafta säilida ainult siis, kui tema küljed ehk, nagu ütlevad geoloogid, tiivad on tihedad. Seejärest naftat sünkliinaalides peaaegu ei esine.

Naftat leidub ka ühepoolse kallakuga lademetes, kuid samuti ainult siis, kui lademe ülemine osa ei tungi maapinnale, vaid on suletud läbilaskmatu vaheseinaga või lõpeb kiilutaoliselt enne maapinnani jõudmist.

Selliseid kurde nimetatakse monokliinaalideks.

Need on maakoore kurdude peamised vormid, milles esineb nafta. Kurde, mis on soodsad nafta ja gaasi kogunemiseks, nimetatakse naftageoloogias harilikult struktuuriideks.

Kui geoloogid lähevad välistööle, siis on nende eesmärgiks leida selliseid struktuure.

Uuritakse kõikide kivimite paljandeid, mida iganes võib leida rajoonis, kus on võimalikud naftaladestused. Mõõdetakse maapinnal paljastuvate kihtide paksust ja kaldenurka. Märgitakse kaardile kõik pinnase tõusud ja langused. Maakohta fotografeeritakse lennukilt. Kaevatakse väikesi,

kuni kolme meetri sügavusi kaeve — šurfe — ja rajatakse kraave.

Kaevude ja kraavide seinte järgi määratakse, kuidas kulgevad kihid maapõues.

Kui šurfid ei anna selget pilti, siis puuritakse madalad puuraugud.

Kõik materjalid kogutakse kokku ja joonistatakse rajooni esialgne geoloogiline kaart.

Geoloogid märgivad kaardile tingjoontega kihtide paljandid ja nende oletatava kulgemise maapõue sügavuses, saades sellega ligikaudse pildi maapõues paiknevatest kihtidest.

Selline kaart põhineb maapinnal tehtud mõõtmistel. Kui kaart näitab, et maapõues on antiklinal, siis on see tulevase naftarajooni oletatav kaart.

Järgmiseks etapiks on sügavate puuraukude puurimine. Puurimine on aga kallis. Tuleb kohale vedada puurmasinad, paigaldada jõuseadmed, on vaja torusid, puurpeitleid, pumpi.

Oletuste järgi puurida on riskantne. Puurimise koht tuleb täpselt määrata.

Selleks tulevad geoloogidele appi geokeemikud ja geofüüsikud. Mõnikord nad töötavad koos välistööde geoloogidega.

Nende ülesandeks on maapõu läbi koputada ja kuulata, et täpsemalt teada saada, missugused kivimid paiknevad sügavuses, kuidas nad seal paiknevad ja kas neis leidub naftat.

Tundlike aparaatidega luurajad

Vanasti öeldi teravapilgulise inimese kohta, et ta näeb kolme arssina sügavusele maa alla. Geokeemikud ja geofüüsikud, väligeoloogide abilised, aga näevad veel palju sügavamale. Nad heidavad pilgu mitme kilomeetri sügavusse maapõue.

Nafta paikneb sügaval maa all kahe, mõnikord kuni kolme kilomeetri sügavusel maapinnast. Naftakihi peal lasub kivimite hiigelraskus. Naftakiht on tugevasti suletud saviga. Kahe kilomeetri sügavuses oleval savil on aga kivi kõvadus.

Sellest hoolimata annab nafta endast märku.

Läbi paksude kivimikihtide tungib üles gaas ja seguneb

pinnases leiduva õhuga. Teda pole palju, ainult tühisel hulgal, kuid on olemas aparate, mis võimaldavad koguda väikesi gaasihulki ja uurida, kas neis leidub naftagaasi või mitte.

Seda nimetatakse gaasiülesvõtteks.

Gaasiülesvõtte meetod töötati esmakordselt välja nõukogude naftauurija professor V. A. Sokolovi poolt.

Antiklinaali ülemises osas on gaasi rohkem ja ka maapinnale tungib teda siin rohkem. Antiklinaali äärtel on gaasi vähem ja kohtades, kus nafta puudub, pole üldse gaasi.

Geokeemikud liiguvad maastikul, kaevavad või puurivad auke ja võtavad neist gaasiproove. Proovide uurimise tulemuste alusel joonistatakse kaart, millel punktid, kus proovides sisaldub ühesugune hulk põlevat gaasi, ühendatakse joontega.

Gaasiülesvõtte meetodi leiutas V. A. Sokolov juba 1930. aastal. 1933. aastal kirjeldati meetodit ja selle abil saadud esimesi tulemusi meie naftaajakirja veergudel. Sellest ajast on V. A. Sokolovi meetod laialdaselt levinud kogu maailma naftaluuretehnikas.

Hiljuti töötati välja uus luuremeetod — bakterioloogiline ülesvõte. Selle meetodi leiutas nõukogude insener G. A. Mogilevski.

Mõnede bakterite toiduks on süsivesinikgaasid. Need bakterid paljunevad kohtadel, kus sügavusest tungivad välja süsivesinikgaasid.

Kui läbi kivimikihi tungib välja väga vähe gaasi, siis gaasiülesvõtte aparaatidel — kuigi nad on väga tundlikud — gaasi kinni püüda ei õnnestu.

Hoopis lihtsam on leida sellest gaasist toituvaid baktereid.

Luuraja-bakterioloog otsib neid baktereid. Eri kohtades leidub neid erineval hulgal ja saadud andmete alusel koostatakse kaart.

Nii gaasiülesvõtte kui ka bakterioloogiline ülesvõtte on geokeemilised luuremeetodid. Nende meetodite abil koostatud kaardid on vajalikud geoloogile maapõue uurimisel.

Geofüüsikud lähevad välistöödele teiste aparaatidega.

Nad uurivad sügavuses paiknevate kivimite füüsikalisi omadusi.

Kivimite omadused on erinevad. Esineb kaalult raskeid kivimeid, nagu seda on näiteks graniit, ja kergeid kivi-

meid — näiteks vee või naftaga segunenud liiv ja sool. Igal kivimil on oma tihedus.

Maapinnal olles on võimalik teada saada, missugused kivimid paiknevad meie jalge all, kas nad on ühesuguse või erineva erikaaluga ja kas nad sisaldavad naftat.

Kehade erikaalu või nende raskustungi uurimisega tegeleb gravimeetiline luure. Ta ei määra kehade absoluutset kaalu, vaid nende raskustungi vahet erinevates punktides.

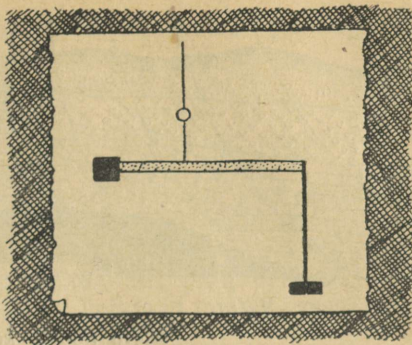
Levinuim aparaat suhtelise raskustungi mõõtmiseks on gravimeeter.

Aparaat mõõdab raskustungi vahet erinevates punktides vedru- või pöördkaalu abil.

Pöördkaaluga gravimeetri põhimõte on järgmine.

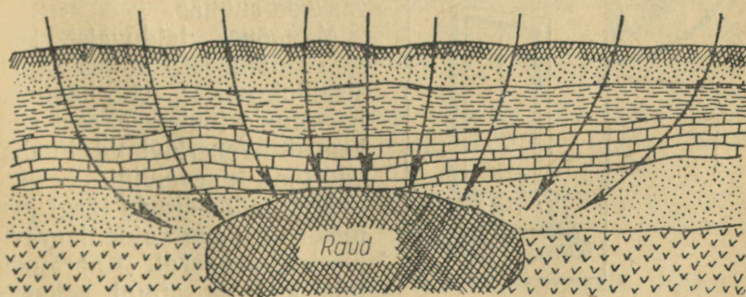
Väikese kaalukangi ühte otsa on riputatud raskus. Tasa-kaalustav raskus on paigutatud kaalukangi teise otsa, kuid mitte niidi külge, vaid otse kaalukangile.

Kaalukang riputatakse peene niidi otsa (niidi läbimõõt on ainult 50 mikronit¹), mis on valmistatud erilisest plaa-

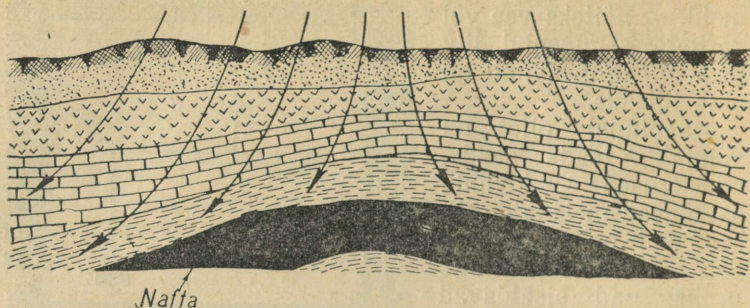


Pöördkaalud.

¹ Mikron — üks tuhandik millimeetrit.



Tihe aine tõmbab kaalukeha.



Nafta

Nafta tõukab kaalukeha.

tina, iriidiumi ja volframi sulamist või kvartsist. Kaalukang võib niidi otsas pöörelda, millest on tuletatud ka pöördkaalude nimetus.

Geofüüsik läheb selliste kaaludega maastikule.

Kaalud on väga tundlikud. Kui sügavuses esineb mingi raske mass, siis kaldub kaalukeha selle poole. Kaalukeha liikumise kirjutavad kaalud üles.

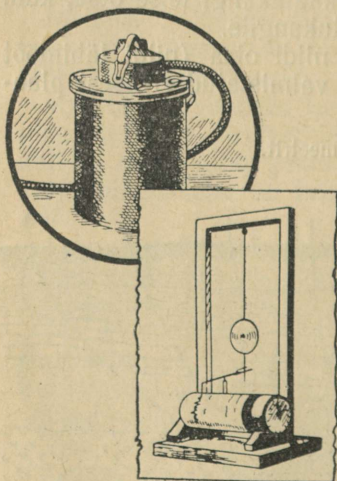
Aparaadi näitude järgi joonistab geofüüsik isogammade kaardi, s. t. antud piirkonna raskustungide vahede kaardi.

Ühtlaste kivimite puhul ei näita gravimeeter midagi. Niit ripub kogu aeg püstloodis.

Kui aga maapõues leidub mingi raske mass, siis hakkab kaalukeha juba ammu enne, kui geoloog jõuab selle juurde, pöörduma maa-aluse raskuse suunas.

Maapõues leiduvaist kergetest kivimist, milles sageli sisaldub naftat, näib kaalukeha eemale tõukuvat, sest raskemad naaberkivimid tõmbavad teda tugevamini.

Aparaadi näitude järgi joonistab geoloog rajooni gravimeetrilise kaardi. Kaart näitab, kus on antud rajoonis raskete ja kergete kivimite kuhjumid.



Olal seismograaf, all tema lihtsustatud skeem.

Gravimeetrilise kaardi alusel täpsustab geoloog oma kaardi.

Uldkaart tuleb juba hoopis täpsem.

Ent sellestki on vähe.

Luuretöö rajooni tulevad geofüüsikud uue aparaadiga — seismograafiga. Teostatakse seismilist luuret.

Iga kivim erineb teistest peale erikaalu veel omadusega erinevalt juhtida võnkeid, mida kutsub esile mingisugune järsk tõuge.

Kui maakera ühes punktis tekitada plahvatus, siis levib plahvatuse tõuge lainena kõiki kivimeid mööda igasse külge ning ka maa sügavusse.

Neid laineid nimetatakse elastseteks laineteks.

Seismograafi abil saavad geofüüsikud maavärisemistest teada hoopis varem kui telegraafi kaudu.

Seismilistes jaamades paiknevad igasugusest välismürast isoleeritud ruumis maad kuulatavad imepärased aparaadid. Nad kirjutavad katkestamatult üles maakoos kulgevate lainete käiku. Kui maakeral on vaikne, siis on üleskirjutus sirgjooneline, rahulik.

Korraga teeb seismograafi sulg hüppe: Üleskirjutuse joon tõuseb järsult ja langeb seejärel. Sulg rahuneb pikkamööda ja hakkab liikuma peaaegu sirgjooneliselt, kui korraga mingisugune uus tõuge jälle sunnib teda tegema kramplike liigutusi.

Kuskil maakeral on loodusõnnetus. Maavärisemine.

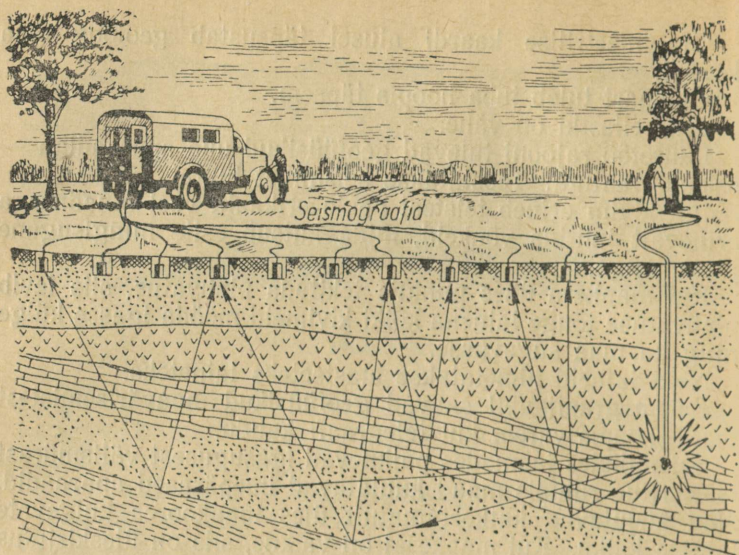
Aga kus?

Geofüüsikud silmitsevad hoolega linti. Nad märkavad kõvera esimest hälvet. See on üleskirjutus esimesest lainest, mis jõudis kohale lühimat teed mööda. Kõrvutades laine mitmetesse jaamadesse jõudmise aegu, saab määrata maavärisemise asukoha. Näiteks Moskva ja Bakuu üleskirjutuste järgi võib teada saada, et maavärisemine toimus Jaapanis.

Seismograaf on suurepärase aparaat. Ta mitte üksnes ei kuulata maapõue, vaid teatab ka, kus toimus katastroof.

Naftaluurel kasutatakse liikuvaid seismilisi välijaamu. Need teatavad, missuguse tihedusega kivimid paiknevad uuritavas rajoonis.

Iga kivim juhib elastseid laineid erinevalt. Kohevad liivad ja savid on lainetele halvaks teeks ning lained kulgevad neis viivitusega; kõvades ja tihedates kivimites aga



Nii teostatakse seismoluuret.

levivad lained kiiresti. Iga kivimi jaoks on välja arvestatud, kui suure kiirusega levib temas elastne lain.

Luuraja-geofüüsik teeb maapinda väikesed šurfid ja paigutab neisse seismograafid. Seismograafidest lähevad juhtmed jaama võimendajatesse. Teatavale kaugusele seismograafidest puuritakse puurauk, milles teostatakse plahvatus.

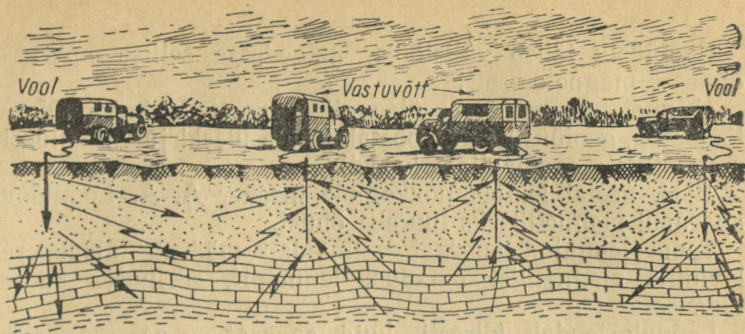
Otsekohe pärast plahvatust levivad lained maapinnas igas suunas. Seismograafid püüavad need kinni ja märgivad üles, geofüüsik aga loeb üleskirjutusi ja saab teada, missugused kivimid paiknevad antud rajoonis.

Seismilise luure kaart lisatakse varemkoostatud kaardile. Rajooni üldkaart muutub ikka täpsemaks ja väärtuslikumaks.

Nafta-geofüüsikutele on veel kaks maapõue uurimise meetodit — elektriline ja magnetomeetriline.

Elektriline luure sarnaneb seismilisega. Seismilisel luurel kasutatakse kivimite omadust juhtida plahvatuse laineid, elektrilisel luurel nende omadust juhtida elektrivoolu.

Mitmesugused kivimid reageerivad elektrivoolule erinevalt: ühed juhivad teda hõlpsasti, teised peaaegu üldse mitte.



Elektriluure.

Kivimite omadust elektrivoolu juhtida või mitte juhtida mõõdetakse takistusega, mida nad voolule avaldavad. Kuivad savid juhivad elektrivoolu halvasti. Liivakivid, mis on küllastunud soolase, mineraliseerunud veega, juhivad elektrit hästi. Naftaga küllastunud liivakivid aga ei juhi voolu. Neil on suur takistus. Kivimite takistus ei muutu mitte üksnes nende koostisega, vaid ka ladestumise tingimustega. Seepärast ei näita elektriline luure mitte üksnes seda, missugused kivimid paiknevad meie jalge all, vaid ka seda, kuidas paiknevad kihid — paralleelselt, paindunult või osadeks rebituna.

Siin pole plahvatused vajalikud. Maapinda torgatakse kaks metallvarrast ehk elektroodi, mille kaudu maasse juhitakse elektrivool. Nende vahele torgatakse maapinda veel kaks varrast, mis on ühendatud eriliste aparaatidega. Aparaadid püüavad varrastest tulevat voolu, võimendavad seda ja teostavad ülesmärkimist.

Varraste kaudu maapinda juhitud ja kinnipüütud voolu vahest määratakse kivimite takistus ja ladestumise tingimused.

Aparaatide üleskirjutuste järgi joonistatakse elektriluure kaart.

Magnetiline luure põhineb kivimite magnetiliste omaduste erinevusel. Igal kivimil on oma magnetilised omadused.

Aparaadid magnetiliseks naftaluureks on ülitundlikud. Seejuures võimendavad nad ise kõiki näitusid ja märgivad need üles.

Geofüüsik läheb välistööle, mägedesse sellise aparaa-
diga — magnetomeetriga.

Magnetomeeter märgib üles mitmesuguste kivimite külge-
tõmbejõu, geofüüsik aga koostab nende üleskirjutuste alusel
magnetiliste anomaaliate kaardi.

1934. aastal leiutas nõukogude insener A. A. Logatšov
aparaadi magnetiliseks luureks õhust.

Tema leiutatud aparaat võimaldab määrata maakoore
kivimite magnetilisi omadusi lennukilt, seejuures suure
täpsusega.

Lennuk lendab kiiresti, kuid aparaat — aeromagneto-
meeter — jõuab üles märkida kõik, mis on tema tegevus-
raadiuses.

Magnetiliste anomaaliate kaarte saab nüüd koostada
lihtsamalt ja kiiremini.

*

Visalt ja hoolikalt uurivad naftaotsijad rajoone, kus
paljude tunnuste järgi võiks leiduda naftat. Nende töö on
raske, kuid tänuväärne.

Kõikide luurerühmade kaardid kõrvutatakse ja uuritakse
läbi.

Geoloogid joonistavad üldkaardi, vaidlevad ja erutuvad.
Saabub kõige otsustavam silmapilk — sügavate luure-
puuraukude asukohtade määramine.

Puuraugud tuleb paigutada kõige sobivamasse kohta.

Nad peavad mitte üksnes «selgitama struktuuri», nagu
ütlevad geoloogid, vaid ka andma naftat, suurendama meie
kodumaa naftaressursse.

VI peatükk

KUIDAS RAJATAKSE TEED NAFTANI

Kaevust puurauguni

Seal, kus pole allikaid ega veetorustikku, kaevatakse vee saamiseks kaevud. Kolhoosi tulevad kaevumeistrid.

Nad hakkavad kaevama, heites mulla augu servadele. Mida sügavamale, seda raskem on mulda välja loopida. Meistrid asetavad kaevule vintsi ja ammutavad kaevust mulda ämbritega.

Üks meister istub kaevus ja kühveldab mulda ämbrisse, teine tõstab täidetud ämbri maapinnale.

Meistri labidas lõikab märga liiva. Ta hüüab: «Aitab! Vesi on käes! Tõsta üles!»

Kaevurakked lastakse sisse. Juba mõne päeva pärast viivad perenaised kaevust ämbritega puhast külma vett.

Samasuguseid kaeve kaevati varem naftarajoonides nafta tootmiseks.

Sajandite vältel toodeti naftat ainult kaevudest. Rohkem kui kaks tuhat aastat tagasi hakati naftakaeve kaevama Bakuus, Gruusias ja Kertši poolsaarel. XVII sajandil kaevati naftakaeve ka Uhtas.

Naftakaevude kaevamine oli raske ja ohtlik. Ka vee-kaevude kaevamisel esinesid mõnikord õnnetusjuhtumid. Vilistades või laulu ümisedes kaevab meister. Korraga tunneb ta, et midagi on korrast ära: hingata on raske, pea valutab ning käed ja jalad on nagu tina täis.

Hea veel, kui meister jõuab maapinnale signaliseerida, et teda kiiresti üles tõstetaks. Mis juhtub aga vastasel korral? Surm!

Kuidas see juhtus?

Meister sai gaasimürgituse. Maapõues on inimesele palju ohte, halvim neist aga on gaas. Märkamatult hingatakse teda sisse.



Nii kaevati naftakaevu.

Veekaevudes esineb gaasi harva, naftakaevudes aga pea-aegu alati. Kus on naftat, seal on ka gaasi. Kõik naftagaasid on kahjulikud. Mõned neist on ohtlikud juba ühekordsel sissehingamisel.

Vanasti kaevati naftakaevusid järgmiselt.

Meister laskus ämbriga kaevu. Ta püüdis võimalikult vähe hingata ja kiiresti ämbri täita. Oli ämber täidetud, istus meister ise sellele ja hüüdis:

«Tõstkel!»

Kui puudus jõud hüüdmiseks, tõmbas ta nõorist.

Seejärel laskus kaevu teine meister, kes seni oli üleval. Nii kaevati vaheldumisi.

Ka sellise tööviisi juures ei jäänud meistrid terveks. Gaasid mürgitasid neid pikkamööda, neid vallutas kõha, tekkis hingeldus, arenes kehvveresus, keha kattus mäda-paisetega.

Mõeldi välja uus, kallim, kuid ohutum naftakaevude kaevamise meetod. Kaevusid hakati kaevama astmeliselt.

Maapinna lähedal oli kaevu läbimõõt tohutu suur, kuni kaheksakümmend meetrit. Kaev kitsenes aste-astmelt. Jõudnud naftani, asetati kohale rakked või laoti kivist seinad, nii et saadi harilik kaev.

Nii oli ohutum kaevata. Seevastu kaevati kaua ja töö oli kallis. Seitsekümmend viis aastat tagasi maksis kolmekümne viie meetri sügavuse kaevu kaevamine kaks tuhat hõberubla. Selle aja kohta oli see kallis.

Seejuures ei taganud ka astmeline kaev täielikku ohutust ning nafta ammutamine temast oli ebamugav. Kaevude asemel hakati maapinda puurima puurauke.

Puuraukude puurimise ajalugu

Pole täpselt teada, millal inimene õppis puurima puurauke.

Teatakse, et kaua enne meie ajaarvamist puuriti puurauke Hiinas.

On põhjust arvata, et puuraukude puurimise kodumaaks on muistne Hiina, kus loodi palju kultuuriväärtusi.

Kaks tuhat aastat enne meie ajaarvamist oli hiinlastel juba arenenud kiri. Mäletamatutel aegadel leiutasid hiinlased püssirohu ja kompassi. Varem kui Euroopas trükiti Hiinas raamatuid.

Enne meie ajaarvamist hiinlaste poolt leiutatud puurimistehnika jäi muutumatuks tuhandete aastate jooksul ja püsis peaaegu meie päevini.

Kogu seadeldis koosnes puittoest ja sellele asetatud silla-
taolisest, käsipuudega varustatud balanssiirist.

Puurimist teostati bambusköiega, mille otsa bambusridva külge oli kinnitatud peitel.

Tänapäeva puurimisseade pannakse liikuma elektrimootori, diiselmootori või aurumasinaga.

Hiina puurimisseadme jõuallikaks olid kulid (töölised) ja tagavarana pühvelhärk. Kulid ronisid balanssiirile, haarasid käsipuudest kinni ja hakkasid käskluse järgi hüppama ühest balanssiiri otsast teise.

Ettepoole hüppel lõi peitel maapinda, tahapoole hüppel tõusis peitel üles. Kulide iga hüppe juures tõusis või langes balanssiir kolmkümmend sentimeetrit.

Puuraugust prahi väljatõstmiseks kasutati bambus-
ämbrit. Ämber lasti alla ja tõsteti üles bambusköiega vintsi abil. See operatsioon oli «mehhaniseeritud» — teda teostas pühvelhärk.

Sellisel meetodil puurisid hiinlased mõnikord sadade meetrite sügavusi puurauke soolase vee ja ka maagaasi saamiseks.

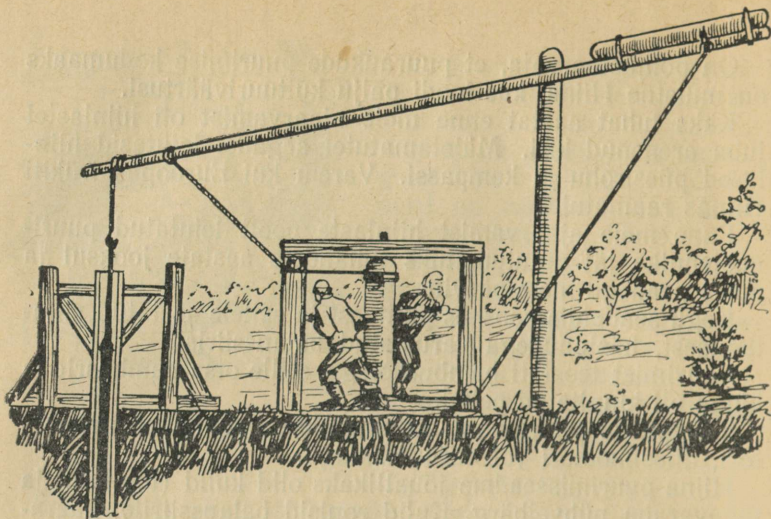
Mainitud «puurimistehnika» valitses Hiinas ajani, mil Hiina rahvas heitis endalt feodaalse ja imperialistliku orjuse ahelad. Koos kuliga kadus see «tehnik» alles viimaseil aastail, pärast Hiina Rahvavabariigi tekkimist. Praegu kasutatakse Hiinas puuraukude puurimiseks kõiki moodsa tehnika vahendeid.

Eialgu ei puurinud inime-
ne puurauke nafta jaoks.

Puuraukudest saadi vett ja soolalahust, millest vee välja-
aurutamisel toodeti soola.



Nii puuriti puurauke Hiinas.



Nii puuriti soolapuurauke Venemaal kakssada aastat tagasi.

Venemaal algas puuraukude puurimine soola ja mageda vee saamiseks arvatavasti enne XVI sajandit. Hiljuti leitud dokumentidest nähtub, et XVI sajandil oli olemas käsi- kirjaline instruktsioon puurmeistritele puuraukude puurimise kohta, mida tol ajal nimetati «torudeks».

Instruktsiooni nimetus oli: «Juhend, kuidas hakata tegema uut toru uues kohas».

Puurauke soola tootmiseks puuriti XVII sajandil Permi soolatööstustes ja endises Kostroma kubermangus.

XIX sajandi algul puuriti paljudes Venemaa rajoonides puurkaevusid vee saamiseks. 1839. aastal puuriti puurkaevud Staraja Russas, Orenburgis ja Luganski tehases.

Puuraugu valmistamiseks kasutati pööra, kooku, köit, latti ja peitlit. Pöör pandi liikuma käsitsi kahe inimese jõul.

Puurimine toimus peitliga, mis oli kinnitatud lati külge, latt aga kinnitati köie abil koogu otsa. Pööra abil tõsteti latt koos peitliga üles. Nüüd lasti pöör lahti, nii et latt koos peitliga langes pidurdamatult alla. Peitel tungis kivimitesse. Seejärel pöörasid latti ja peitlit kaks augu juures seisvat töolist ja tõstsid ta uuesti üles.

Puuraukude valmistamist nafta tootmiseks alustati Venemaal samuti väga ammu.

Endise Kubani kasakkonna arhiividest leiti hiljuti riigi-

ametnik Follendorfi ettekanne Kubanimaa kasakkonnale kuuluva naftatööstuse seisukorra kohta. Ettekandes 1835. aastast teatab Follendorfi, et tööstuses enne kaevude kaevamist «puuritakse puuriga maad», s. t. puuritakse katsepuuraugud.

Esimese nafta-puuraugu maailmas puuris 1846. aastal tehnik Semjonov Bibi-Eibatis, Bakuu lähedal.

Bakuu kaupmehed, kellele kuulus palju kaevusid, püüdsid kaua aja jooksul takistada puuraukude puurimist. See polnud neile kasulik. Puuraugunafta oli odavam ja keegi poleks enam ostnud kaevunaftat. Kuhu jätta kaevud? Kõik kaevuomanikud läkitasid Peterburisse kaebekirja, et taotleda puuraukude puurimise keelamist.

Eriti taotles seda Mirzojev, tolleaegne Bakuu miljonär. Kui Taga-Kaukaasia Kaubanduslik Ühing pöördus 1866. aastal tsaari poole palvega lubada puurimistöde teostamist Bakuus, andis Mirzojev juhtivaile tsaariametnikele altkäemaksu ja saavutas tsaari «kõige armulikuma» resolutsiooni:

«Keelata.»

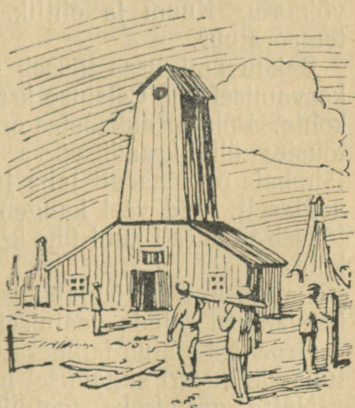
Naftatööstuses kasutati esimeste puuraukude valmistamisel pööra ja koogu asemel vintsi ning plokkke.

Plokid paiknesid erilise torni katuse all, mida hakati nimetama puur- ehk naftatorniks.

Sellel leheküljel on joonistatud esimesed nafta-puurtornid. Naftatööstuses võis selliseid puurtorne näha möödunud sajandist kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini.

Esimesed puurtornid kaeti üleni laudadega, sest puurimine kestis väga kaua ja puuraugu ava oli alati lahti. Kui jõuti naftakihini ja algas nafta purskumine, siis takistas laudkate nafta laialipisendumist tööstuse maa-alal ja vähendas tulekahju tekkimise ohtu. Tuhande meetri sügavuse puuraugu puurimiseks kulus rohkem kui neli aastat.

Lugeja võib esitada küsimuse: «Miks ei varisenud puuraugu seinad puurimise ajal?»



Esimesed nafta-puurtornid.

Puuraugu seinte kaitsmiseks varisemise eest, mida juhtus väga sagedasti, kindlustati neid siis ja kindlustatakse veel praegugi eriliste torudega, mida nimetatakse manteltorudeks.

Manteltorud lastakse puurauku vastavalt puuraugu sügavuse kasvule.

Esimesed manteltorud olid puidust. Hiljem hakati kasutama terastorusid.

*

Teisi teid naftani peale puuraugu praegu ei ole. Puurauke tuleb puurida seni, kuni inimene ei avasta lihtsamat viisi maapõue sügavusse tungimiseks.

Kivisütt toodetakse allmaakaevandustes. Meil on ka naftatööstusi, kus naftat toodetakse samuti kaevandustes.

Sellisel viisil on võimalik naftat toota ainult madalal asetsevatest lademetest, rikkaimad naftalademed paiknevad aga suures sügavuses.

Bakuus on rohkem kui nelja kilomeetri sügavusi puurauke. Kas saab rajada nii sügavat kaevandust? Muidugi ei saa.

Enamiku NSV Liidu nafta-puuraukude sügavus ületab poolteist tuhat meetrit.

Niisuguse sügavusega kaevandust on võimalik rajada, kuid temas töötada pole mitte üksnes raske, vaid lihtsalt võimatu. Kuum ja ohtlik. Sügavuse kasvuga tõuseb ka temperatuur.

Bakuu ümbruses tõuseb maapõue temperatuur sügavuse kasvamisel ühe Celsiuse kraadi võrra iga viiekümne meetri kohta. Põhja-Kaukaasias on maapõue temperatuur kõrgem, tõustes ühe kraadi võrra iga kolmekümne meetri kohta. Išimbais on maa all jahe ja temperatuur tõuseb seal väga aeglaselt, kuid veel kaugemal põhja pool, Krasnokamskis, tõuseb ta uuesti kuni ühe kraadi võrra iga viiekümne meetri kohta.

Paljudes, eriti lõunapoolsetes rajoonides ei saa sügavaid kaevandusi rajada peamiselt kõrge temperatuuri tõttu.

Groznõis ulatub temperatuur puuraugus veidi rohkem kui tuhande meetri sügavusel kuni 120 kraadini.

Nafta peamiseks tootmisviisiks on seetõttu puuraugu puurimine.

Lihtsaim puurimisviis on löökpuurimine.

Võtke raudkang ja lööge teda ühes ja samas kohas maasse. Esimesel korral tekib auk, teisel löögil see süveneb. Sellele põhimõttele ongi rajatud löökpuurimise meetod.

Taoline meetod on aga väga ebatäiuslik ja kallis.

Nõukogude korra esimestel aastatel hakati kasutama pöörlevat puurimist — algul rootor-, hiljem turbiinpuurimist.

Rootorpuurimine

Sügava puuraugu puurimist alustatakse torni ehitamisega.

Esimesed puurtornid olid madalad puitehitused, mis sarnanesid torni omava küüniga.

Praegu ehitatakse puurtornid metalltorudest või erilisest valtsterasest. Nad on tugevad, mugavad ja nägusad.

Puurtornide kõrgus on mitmesugune. Mida sügavamalt puurauku kavatakse rajada, seda kõrgem ehitatakse puurtorn. Madalamatele, kuni 1200 meetri sügavustele puuraukudele paigutatakse 28 meetri kõrgused puurtornid. Sügavamatele puuraukudele ehitatakse 41- ja isegi 53-meetrised puurtornid.

Kõrgesse puurtorni saab paigutada pikki puurtorusid ja seetõttu puurida pikemate torudega.

Rootorpuurimine on põhimõttelt väga lihtne. Ta põhineb tavalisel puurimisel.

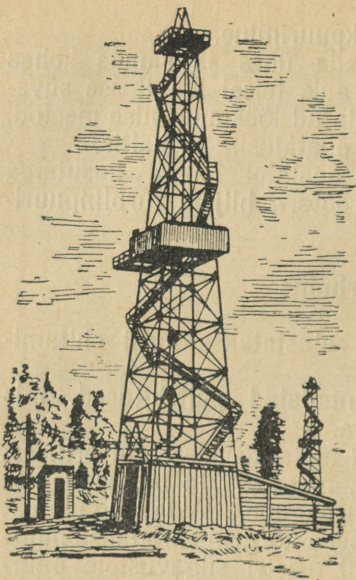
Puusepp ja tiser ei tule toime ilma puurita. Kui on tarvis palgi sisse auku puurida, võtab puusepp puuri ja hakkab seda pöörama. Koos puuripea pöörlemisega pöörleb ka puur. Ei kulu viit minutitki, kui auk on puuritud.

Rootorpuurimisel lõhutakse kivim peitliga, mis on keerme-ga kinnitatud puurtorude kolonni otsa.

Astugem rootorpuuri juurde puurimise ajal.

Puurimine on küllaltki mürarikas.

Puurtorni põranda keskel pöörleb kiiresti kriginaga ümmargune laud — rootor. Vintsi juurest rootorile minevad ketid kõlisevad. Rootori keskelt tõuseb üles kiiresti pöörlev toru. See toru on ebaharilik. Kuigi ta on seest õõnes, pole ta ümmargune, vaid kandiline. Rootori pöörlemisel pöörleb kaasa ka kandiline toru. Samal ajal langeb ta koos peitli sügavamale vajumisega rootoris oleva ava kaudu vabalt alla puurauku.



Kaasaegne nafta-puurtorn.

Kandilise toru külge kinnitatakse keermega terasest puurtorud koos peitliga. Algul on neid üksainus, seejärel aga, kui kogu kandiline toru on läinud puurauku, tõstetakse ta üles ja puurtorule kruvitakse külge teine toru, samal viisil kolmas jne.

Puurtorude kolonni kõrgus võrdub puuraugu sügavusega. Kui sügavus on 2000 meetrit, siis ei saa ka kolonn olla lühem.

Rootor pöörab kandilise toru abil kogu rasket ja pikka torude kolonni. Seepärast tehakse kandiline toru eriti tugev. Naftatöölised nimetavad teda töötoruks.

Töötoru ülemises otsas paikneb seadeldis, mis sarnaneb hiiglasliku rippuva lukuga.

See on ühendusmuhv, mis ei pöörle. Ühendusmuhvist läheb edasi torujätk, mille külge on tugevasti kinnitatud jäme voolik. Voolik ulatub puurimisseadme pumpadeni, mis asetsevad harilikult puurtorni kõrval erialusel.

Voolikut mööda pumbatakse pidevalt savilahust algul ühendusmuhvi, sealt edasi kandilisse torusse ja lõpuks puurtorudesse ning peitlisse. Peitlis oleva ava kaudu voolab lahus tugeva joana õõnsusse, jahutab peitlit, võtab kaasa peenestatud kivimi ehk šlammi ning suundub toru ja puuraugu seina vahel oleva pilu kaudu uuesti maapinnale. Selline pilu on alati olemas, sest peitli läbimõõt on suurem toru läbimõõdust.

Rootori all olevast puuraugu avast purskub fontäänina puuraugust tulev kollakaspruun vesi. Puuraugu ava juurest voolab ta mööda renni puurtornist eemale teistesse rennidesse, kus toimub šlammi settimine. Šlammist vabanenud vesi voolab tünnidesse, kust ta pumpade abil juhitakse uuesti puurauku.

Ühendusmuhvi aasa nimetatakse ripatsiks. Ripatsi abil on ühendusmuhv riputatud konksu otsa. Konks on ühen-

datud suure ovaalse karbiga, milles paiknevad rullid. Rullidega karpi nimetatakse taliks.

Siin peitub naftapuurijate suur saladus.

Talist lähevad ülespoole kaheksa, kümme või kaksteist terastrossi sõltuvalt sellest, missugune tali taglas on ühe või teise puuraugu puhul valitud.

Puurtorni kõige ülemises osas asetsevad tali paigalseisva osa rullid. Rulle on seal alati üks rohkem kui liikuv alusel, sest sinna tulevad veel kaks trossiotsa — üks vintsi juurest ja teine — nn. kinnine ots — puurtorni jalalt.

Saladus peitub siin tegelikult tali põhimõttes. Puurtorude kolonni suur raskus jaotatakse tali liikuva ja paigalseisva osa vahel olevatele trossidele. Vintsi juurde minevale trossiotsale langeb ainult osa üldisest koormusest.

2000 meetri sügavuse puuraugu puhul näiteks on torukolonni raskus peaaegu 100 tonni. 100-tonnisele koormusele ei peaks üks tross vastu. Siin päästabki hädast plokide süsteem. Taglase puhul 5×6 (viis rulli tali liikuv ja kuus rulli paigalseisval osal) tuleb vintsi juurde minevale trossiotsale üks kümnendik kolonni kaalust, s. o. kokku $100 : 10 = 10$ tonni!

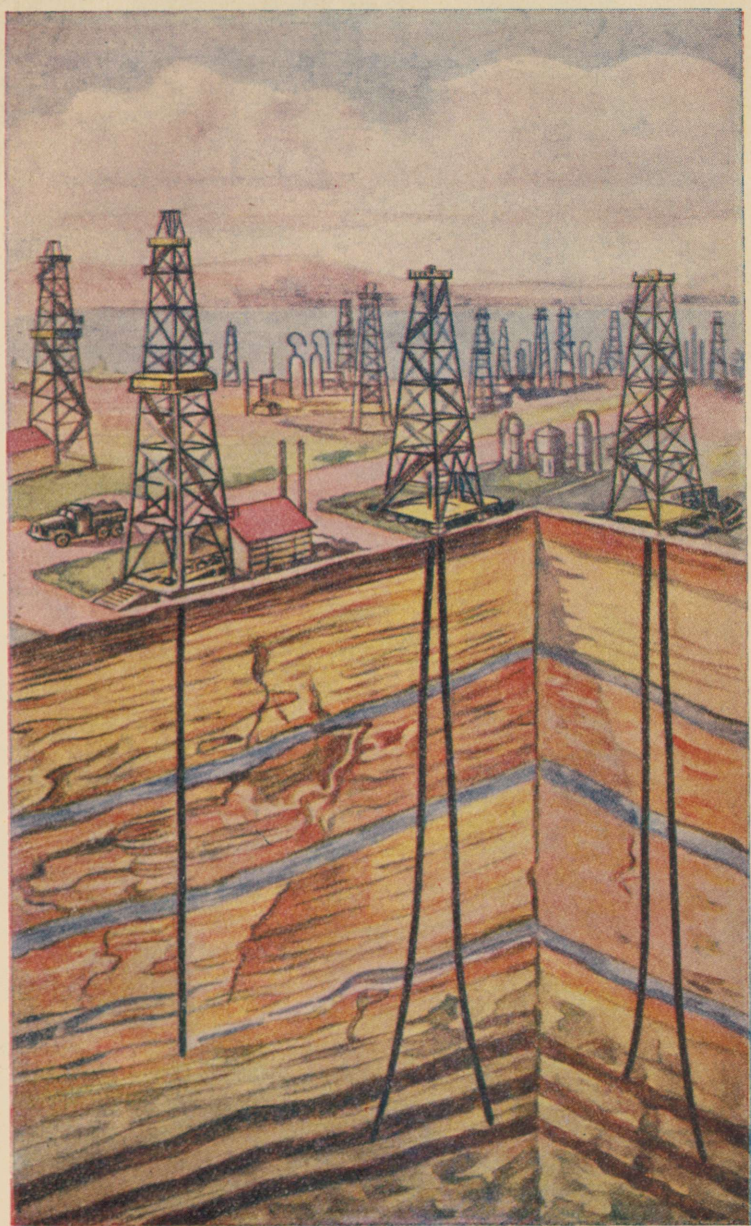
Vintsi tõstab vahetult mitte kogu 100 tonni, vaid ainult 10 tonni. Saavutatakse suur jõu võit, kuid samaaegselt tekib suur ajakadu. Taglase puhul 5×6 on tõstekiirus kümme korda väiksem trossi kerimiskiirusest vintsi trumlil. Torude kolonni tõstetakse 1 meetri, kuid samaaegselt tuleb vintsi trumlile kerida 10 meetrit trossi.

Puurimisel sõltub palju vintsist. Paljud teadlased, konstruktorid ja töölised-leiutajad on pidevalt tegevuses tema täiustamisega.

Ta peab võimaldama kiiresti tõsta torusid ja aitama puurijatel suurima kiirusega puurida erinevaid kivimeid. Kaasaegsete võimsate puurivintside pikkus on umbes 5 meetrit, kõrgus kuni 2 meetrit.

Puurtorude kolonn koos peitliga on kogu aeg rippuv alusel. Teisiti pole võimalik. Puuraugu sügavusel 2000 meetrit ulatub puurtorude ja peitli kaal 100 tonnini. Kui need 100 tonni lasta vabalt peitlile, siis puruneks ta otsekohe. Samuti puruneksid torud kolonni alumises osas. Seepärast antakse peitlile harilikult surve mitte üle 20—25 tonni.

Juhtides vintsi pidurit, annab puuriija niisuguse rõhu ainult osaga kolonni kaalust.



Naftatööstus.



Puurimise kunst on keerukas ja raske. Vintsi juures paikneb võimas jõuseade (1500—2000 hobujõudu, mõnikord ka rohkem), puurtorni lähedal aga asetsevad võimsad pumbad.

Puuri ja kättesse on koondatud tohutu suur jõud. Ta ei tuleks niisuguse jõuga toime, kui tal poleks häid abilisi. Puurimis-seadme juures on harilikult valvekorras neli töölist. Peale selt-simeeste aga abistavad puurijat veel teised, tummad, kuid samuti truud abilised — kontroll-mööteriistad.

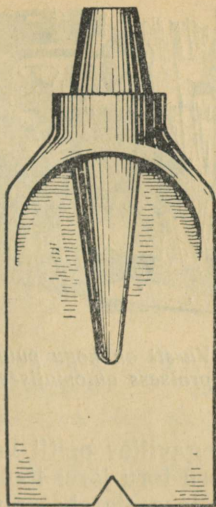
Puuri ja töökoha juures kilbil on manomeeter. Ta näitab rõhku, millega pumbad annavad savi-lahust puurauku. Samal kilbil on ampermeeter, mille osuti pidevalt näitab elektrimootori koormust. Samas asetseb kaalu indikaator, mis näitab peitlil lastuvat survet. See mööteriist mitte üksnes ei signaliseeri puur-rijale, millal tõsta või järele lasta torusid, vaid kirjutab pidevalt üles kõik muudatused peitli koormatuses. Niisiis ta mitte üksnes ei aita puurijat kontrol-lida puurimist, vaid kontrollib seda ka ise.

Palju sõltub peitlist, mis on puurimis-seadme olulisim detail.

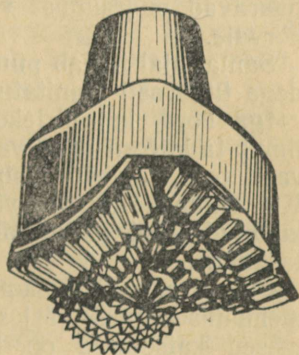
Hea peitel, ütlevad puurijad, tähendab kiiret puurimist.

Varem puuriti kalasabataolise peitliga. Sellist peitlit nimetatigi «kalasabaks». Mida sügavamaid puurauke hakati puurima, seda kõvemaid kivimeid kohati. Paljudes kõvades kivimites ei võimalda «kalasaba» üldse puurimist.

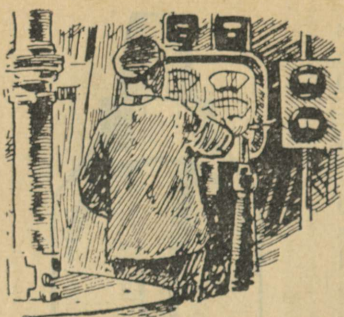
Praegu kasutatakse peitleid, mille käppadesse on ase-



Vana «kalasaba»-peitel.



Kolmefreesiline peitel.



*Varsti on kogu puurimis-
protsess automatiseeritud.*

tatud kõvimast terasest frees-
terad. Selliseid peitleid nime-
tatakse freespeitliteks.

Naftapuuriatel on terve va-
lik peitleid. Ühed neist puu-
rivad hästi pehmeid kivimeid,
teised keskmisi, kolmandad
kõvu ja neljandad kõige kõve-
maid. Puuri ja laseb puurauku
peitli, mis võimaldab kõige
suuremat puurimiskiirust.

Kui kandiline toru pöörleb,
kuid peitel ei tungi edasi, siis
teab puuri ja, et peitel on kulu-
nud, nürinenud. Algab raske

ja aegaviitev peitli vahetamine.

Toru toru järel tõmmatakse puuraugust välja, kruvitakse
lahti ja asetatakse puurtorni seina äärde.

Puuri ja ei lahku ka nüüd vintsi juurest. Ta juhib vintsi,
tõstab torusid, laseb alla instrumendi järjekordse toru
kinnihaaramiseks (elevaatori). Abiline ja puurimistöölised
haaravad puuraugust välja tõstetud toru ja viivad selle
kõrvale.

Samal ajal töötab puurtorni kõrgeimal platvormil rihma-
dega tugevasti kinnitatud tööline.

Iga kord, kui järjekordne toru tõstetakse platvormini,
ilmub ta kiiresti nähtavale oma kõrgeast pesast, haarab osa-
vasti toru, tõmbab käsipuu juurde ja vabastab elevaatori.
Kui viimane toru on välja tõstetud, siis kruvitakse lahti
kulunud peitel, kinnitatakse külge uus ja algab torude alla-
laskmine.

Puurtorude allalaskmise ja tõstmise vaevarikast tööd
mehhaniseeritakse järjest enam. Välja on töötatud ja esi-
mesed katsetused on läbi teinud kompleks-automaadid.
Mitte kauges tulevikus, vaid õige varsti, lähematel aastatel
on kogu puurimistöö ja instrumentide vahetamine täiesti
automatiseeritud.

Puuri ja ei tule siis enam seista vintsi juures ja hoida
käega pidurit. Ta istub siis juhtimispuudi ees ja reguleerib
kogu puurimise protsessi nuppude vajutamisega ja hoovade
pööramisega

Mootor puuraugu põhjas

Hoopis teisiti puuritakse puurauke turbomeetodil. Väliselt ei erine turbiin-puurimisseade millegi poolest rootor-puurimisseadmest. Samasugune puurtorn. Põranda keskel samasugune rootor ja temast välja ulatuv kandiline toru. Ühendusmuhv, konks, tali ja terastrosside kimp ripuvad samas järjekorras.

Seejuures on siin siiski kõik ebaharilik.

Turbiin-puurimisseade ei tekita müra, pole kuulda rootori kriginat ega kettide kõlinat. Vaiksel undab ainult mootor ja mõõdukalt tuksuvad pumbad.

Rootor ei pöörle puurimise ajal. Kandiline toru vajub pöörlemiseta sügavamale maapinda seepärast, et peitel pannakse pöörlema maapinnalt eesse kaasa viidud mootori abil.

Turbopuur on keerukas maa-alune mootor, mille löid nõukogude insenerid.

Kaua aega murdsid kogu maailma teadlased ja insenerid pead selle üle, kuidas viia mootor eesse. Missugust mootorit saab konstrueerida töötamiseks maa-alustes sügavustes? Bensiinimootor seal ei tööta. Aurumasinat ei saa saunuti lasta puurauku. Pärast kauaaegseid ja visasid otsinguid loodi meie inseneride poolt hüdrauliline turbiin, mis pannakse liikuma savilahuse abil. Lahust tuleb igal juhul puurauku pumbata suure rõhu all — kuni nelikümme- viiskümme atmosfääri ja rohkemgi. Seda rõhku kasutatigi maa-aluse turbiini käivitamiseks.

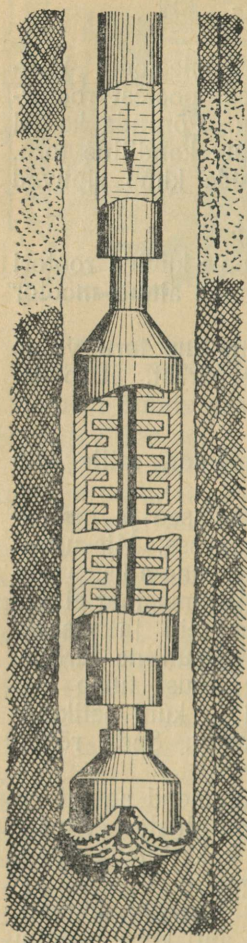
Mitte kõik ei läinud ladusasti. Kolmkümme aastat on möödunud ajast, mil M. A. Kapeljušnikov alustas esimese turbopuuri katsetamist, kuid laialdaselt hakati teda kasutama päris hiljuti, kümme aastat tagasi.

Kapeljušnikovi esimesed turbopuurid riknesid kiiresti. Neil oli ainult üks tööratas. Kogu rõhk anti kohe turbiini labidatele. Lahus läbis turbiini kanaleid kiirusega seitsekümme kuni kaheksakümme meetrit sekundis.

Kui lahuse asemel oleks kasutatud puhast vett, siis oleks turbiin töötanud kaua. Siin kasutati aga savilahust, milles leidub liiva. Liikudes nii suure kiirusega, lõikab liiv metalli peaaegu samuti nagu nuga leiba.

Liiv sõi läbi turbiini labidad. Turbiin ei töötanud üle viie-kuue tunni.

Enne Suurt Isamaasõda konstrueerisid insenerid P. P.



Nõukogude turbopuur.

Šumilov, R. A. Joannesjan, E. I. Tagijev ja M. T. Gusman uue, mitmeastmelise turbopuuri.

Sellisel turbopuuril on 96 tööratat. Rõhu puhul nelikümmend atmosfääri ei tule igale astmele rohkem kui pool atmosfääri. Savilahus ei söövita enam turbiini labidaid. Turbiini labidad panevad pöörlema võlli, millega on vahetult või toru abil ühendatud peitel.

«Kui suur on turbopuuri võimsus?» küsib lugeja. «Kas jätkub sellest, et puurida kõige kõvemaid kivimeid? Turbopuur ei saa ju olla laiem puurangu läbimõõdust, suurte sügavuste puhul aga ei ületa puurangu läbimõõt viitteist-kahtkümmet sentimeetrit.»

Turbopuuri võimsus sõltub tema töörežiimist. Mõned turbopuurid arendavad kuni kolmesaja-hobujõulist võimsust. See on kuue poolteisetonnise veoauto võimsus. Selline võimsus on täiesti piisav mistahes kõvadusega kivimi puurimiseks.

Rootorpuurimine kui vähemtäiuslik meetod jääb tugevasti maha turbiinpuurimisest — täiuslikumast nõukogude meetodist sügavate puuraukude puurimiseks.

Elektripuur on teine ees paiknev mootor, mis on leiutatud Nõukogude Liidus ja põhineb samal printsiibil kui turbopuur. Mootor asetseb siin samuti puuraugus ja puurimise ajal puurtorude kolonn ei pöörle.

Turbopuuri paneb liikuma vesi või savilahus, elektripuuri aga elektrienergia.

Elektrivool suunatakse mootorisse juhtmete kaudu, mis asetsevad puurtorude sees.

Suurim raskus, mida tuli ületada leiduritel, seisis niisuguse mootori loomises, mis omaks küllaldest võimsust

ja oleks täielikult veekindel. Kui mootoris se satub vesi või savilahu, siis tekib otsekohe lühiühendus ja elektripuur läheb rikki.

Leiutajad lahendasid selle keeruka ülesande teravmeelselt. Nad konstrueerisid õlitäidisega elektripuuri, varustasid masina spetsiaalse seadmega, mis kaitseb teda savilahu või vee sissetungimise eest.

Oli vaja lahendada küsimus, kuidas viia elektrivool puurauku. See ülesanne ei olnud samuti kerge. Selleks oli vaja spetsiaalset kaablit. Tuli leida moodus kaabliosade ühendamiseks torude sisselaskmisel ja väljatõstmisel.

Iga kord, kui saabub aeg peitli vahetamiseks, võetakse torud puuraugust välja, kruvitakse lahti ja hiljem uuesti kokku.

Mis teha sel ajal kaabliga? Lõigata kaabel läbi ja pärast uuesti ühendada? Leidurid mõtlesid välja spetsiaalsed kontaktidega muhvid. Kaabel kinnitati torudesse. Kaabli mured olid lahendatud.

Praegu ühendatakse juhtmed torude kokkukruvimisel automaatselt.

Erinevalt turbopuurist võib elektripuuriga puurida puurauku ka ilma torudeta.

Ta lastakse puurauku trossi otsas koos raskuseks oleva toru ja peitliga. Väljapuuritud kivim eemaldatakse spetsiaalse toru ja teise trossi abil puurimist katkestamata.

Maa-aluste jõudude taltsutamine

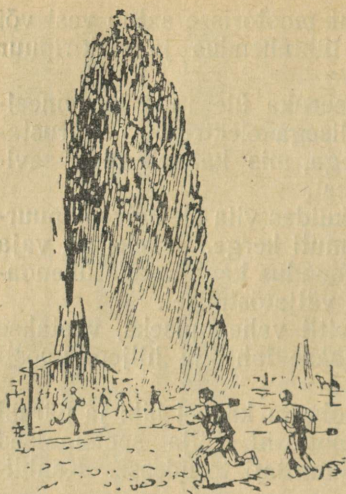
Puurimine ei kulge peaaegu kunagi ladusasti ja rahu-likult. Rajades teed maapõue sügavustes peituvat nafta juurde, kohtavad naftatöölised paljude ootamatustega.

Peitel satub kord vett sisaldavatesse kihtidesse, kord vesiliiva. Need on aga nafta-puuraugu puurijaile veel kõige väiksemad ebameeldivused.

Mõnikord kaob puurimise juures ootamatult savilahu, peitel aga langeb kivimit kohtamata. Maakoos pole mitte üksnes pragusid, vaid ka tühikuid, terveid maa-aluseid koopa-
id.

Esineb varisevaid kivimeid. Puurauku varisedes nad kiiluvad kinni peitli ja torud. Veel halvem on, kui sellised kivi-
mid vahelduvad maa-aluste koobastega. Peitel häirib neid ja maa all tekivad varisemised, mis kiiluvad kõvasti kinni puurtorud ja turbopuuri koos peitliga.

Juhtub ka ohtlikke ootatusi.



Lahtine naftafontään.

Olles läbinud savilademe, lõikub puur liiva, kuid liivas on miljoneid aastaid hiiglasuure rõhu all paiknenud gaas. Maapõue tohutu jõud pääseb liikvele. Hirmsa jõuga paiskab gaas puuraugust välja mitte üksnes savilahuse, vaid mõnikord ka puurtorud koos peitliga. Puuraugu ava muutub kraatriks, seni rahulikus kohas tekib gaasivulkaan.

Selline gaasifontään on äärmiselt ohtlik. Küllalt on mikroskoopilisest sädemest, mis võib tekkida kivi löögist vastu kivi või metalli löögist vastu metalli, et gaas süttiks ja muutuks mõirgavaks tule-sambaks.

Nafta on maapõues samuti alati suure rõhu all. Mida sügavamal on nafta, seda suurem on rõhk. Kui peitli naftalademesse tungimisel ei ole tarvitusele võetud ettevaatusabinõusid, siis nafta samuti nagu gaaski paiskab puuraugust lahuse välja ja hakkab purskuma.

Tekib lahtine naftafontään, mis on veel ohtlikum gaasifontäänist.

Naftafontään ei pursku pideva joana, vaid miljardite joakestena, mis koosnevad üliväikestest piiskadest. Piisakesed kanduvad tuulega kaugele ja langevad vedela naftakihina maapinnale, ehitustele ja puudele.

Kui tekib tulekahju, siis leiab aset katastroof. Seepärast on naftatöölised puuraugu puurimisel kogu aeg valvsad ja võtavad tarvitusele ettevaatusabinõud, et puurida puurauku komplikatsioonideta.

Võitluses maa-aluste jõududega on puurijate peamiseks abiliseks savilahus.

Kõik teavad, mis on savilahus või õigemini savi suspensioon vees, kuid paljudele on teadmata selle lahuse omadused.

Savilahuse üheks huvitavaks omaduseks on tema kleepuvus.

Uurides selliste lahuste omadusi, mis kannavad «kolloid-lahuste» nimetust («kolla» tähendab kreeka keeles liimi), selgitasid teadlased, et mida väiksemad on saviosakeste mõõtmed lahuses, seda parem on lahus. Saviosakesed läbimõõduga 0,25 mikronit setivad vees kiirusega 1 sentimeeter 24 tunni jooksul. Osakesed läbimõõduga 0,01 mikronit aga setivad kiirusega 1 sentimeeter 134 aasta jooksul. Nii väikeste osakestega lahus ei anna puuraugu põhjas sadet. Peale selle on niisugusel lahusel veel üks huvitav omadus: vaikselt seistes muutub ta sültjaks ja peab kinni kivimitükke, laskmata neil ees sadestuda. Kui aga lahus liikuma panna, siis voolab ta uuesti nagu vedelik. Kui toimub peitli vahetus ja puurtorud tõstetakse maapinnale, lakkab lahuse tsirkulatsioon puuraugus ja sültjaks muutunud lahus hoiab väljapuuritud kivimitükke kinni, andmata neile võimalust eesse langeda.

Puurmeister kontrollib puurimise ajal aeg-ajalt savi-lahuse kvaliteeti.

Puuraugust voolab savi lahus spetsiaalsetesse settimisrennidesse. Rennides liigub lahus aeglaselt ja temast lan-gevad välja kivimitükid, mis on eest kaasa toodud. Seejärel lahust kontrollitakse ja vajaduse korral lisatakse värsket šavi, mille järel lahus läheb uuesti puurauku.

Sellist lahuse ringkäiku nimetavad naftatöölised tsirkulatsiooniks.

Tsirkulatsiooni katkemine on väga halb nähtus. See juhtub, kui kiht hakkab lahust imama.

*

Puurimispiirkonna insener saab mõnikord telefoni teel alarmeeriva teate:

«Puurimisseadmel 26/11 ei tule puuraugust lahust. Tsirkulatsioon katkes. Mis teha?»

«Kui suur on sügavus? Mis te praegu teete?» küsib insener.

«Sügavus tuhat ükssada üks meetrit. Esialgu puurime.»

Insener võtab geoloogilis-tehnilise töökäsu. Selline töö-käsk antakse puurmeistrile enne puurimise algust. Töökäsu on näidatud, missuguseid kivimeid tuleb antud puuraugus enne naftalademesse jõudmist puurida, missuguseid peit-leid erinevates kihtides kasutada, kui suure kiirusega peab

peitel pöörlema, missugust survet (koormust) anda peitlile, et ta hästi puuriks, kui palju lahust pumbata torudesse.

Insener näeb töökäsust, et tuhande ühesaja ühe meetri sügavuses paikneb kõige süütum «peen- ja keskmisteraline kvartslüü».

Tavaliselt tehakse geoloogilis-tehnilises töökäsus lahust imavate kivimite kohale märkus:

«On karta lahuse kadumist.»

Samas antakse ka retsept, kuidas lahuse kadumist vältida:

«Töötada savilahusega, millele on lisatud vesiklaasi, viskoossus kolmkümmend sekundit viiemillimeetrisel torus.»

Kuid sügavuse tuhat ükssada üks meetrit kohal pole mingisugust märkust. Lahus ei tohi siin kaduda. Milles on asi?

Insener võtab telefonitoru:

«Kas lupja on?»

«On!»

«Teate mis: täitke savisegaja mahust viis kuuendikku veega ja ülejäänud osa lubjaga. Segage läbi. Segu pumbake savilahuse tünni. Arusaadav?»

«Arusaadav!»

«Katkestage puurimine. Instrumenti tõstke kaheksa toru võrra. Tõstmise ajal andke puurauku lubjaga segatud lahust. Tegutsege viivitamatult. Sõidan teie juurde.»

Insener tõttab puurmeistrile appi.

Puuraugu esi on arvatavasti sattunud maa-aluse koopa piirkonda. Lubjalahus peab tühikud sulgema, «kinni määrima». Kui lubi ei aita, lisatakse lahusele vesiklaasi. Kui ei aita vesiklaas, siis lastakse auku tsemendilahust. Kui aga ka tsement ei aita, siis aetakse puurauku hagu ja kruusa või lastakse sisse manteltoru.

Gaasi ja nafta väljapurset takistatakse savilahuse erikaalu tõstmisega. Mida suurem on savilahuse erikaal, seda raskem on tema sammas puuraugus ning seda suurem on surve lademele.

Kui gaasi sisaldavas lademes on rõhk sada atmosfääri, savilahuse sammas aga avaldab lademele suuremat survet, siis ei teki mingisugust gaasipurset.

Naftatöölised tõstavad lahuse erikaalu mitmesuguste lisanditega. Üks sellistest lisanditest on bärüüt, raskepagu. Selle mineraali erikaal on 4,5.

Raskete lisanditega võideldakse ka kivimite varisemise

vastu. Raske savilahuse sammas ei lase kivimit puurauku variseda.

Juhtudel, kui nafta või gaasi rõhk lademes on väga suur ja raskendatud savilahusega ei saa vältida purset, teostatakse puurimist rõhu all erilise purskevältimisseadmega. Puurija teab juba ette, missugustes kivimites ja missuguses sügavuses teda ootavad komplikatsioonid. Teda hoiatab geoloogilis-tehniline töökäsk. Niisugune töökäsk koostatakse geoloogide ja inseneride poolt iga puuraugu kohta ja arutatakse enne puurimise algust töölistega läbi.

Puurijad-novaatorid teevad muuhulgas sagedasti oma-poolseid olulisi täiendusi puurimistehnikasse.

Kaua arvati, et savilahuseta pole üldse võimalik puurida.

Idarajoonides — Baškiirias ja Tatarimaal — tuleb puuritajatel läbida paks, erakordselt kõva kivimikiht. Puurauke puuritakse läbi sajameetrise ülikõva kivimassiivi. Varisemisi sellistes puuraukudes ei esine. Puuraugu seinad pole tugevuselt halvemad metalltorust.

Puurimisel ei teki kivimitükke. Kogu puuritud kivim muutub peitli all jahuks.

Eesrindlikud töölisid proovisid murda traditsiooni ja kasutada savilahuse asemel harilikku vett.

«Siin on ju tarvis ainult jahutada peitlit ja puhastada ett kivitolmust,» ütlesid nad.

Juba novaatorite esimesed katsed andsid hiilgavaid tulemusi. Puurimise kiirus kahekordistus.

Nüüd puurivad peaaegu kõik Teise Bakuu puurijad kõvu kivimeid veega.

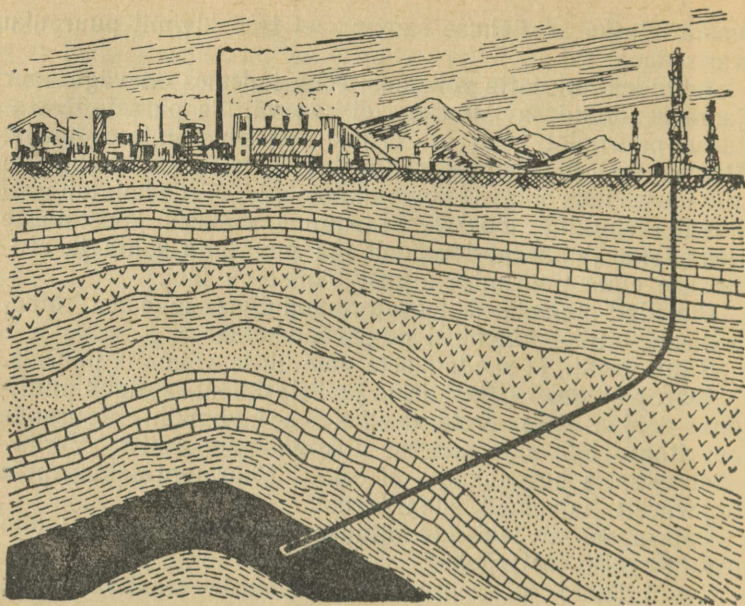
Kui aga jõutakse pehmete või varisevate kivimiteni, siis kasutatakse jälle savilahust.

Kompassiga maa all

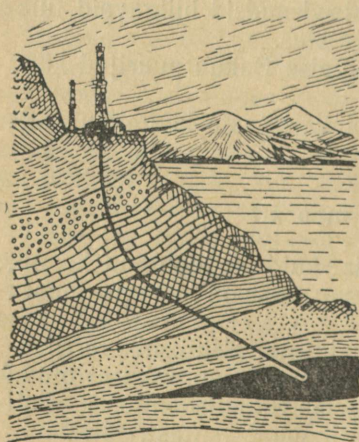
Nafta asukohta on raske leida, kuid on juhtunud ka nii, et nafta asukoht on leitud, kuid puurauku on temani võimatu rajada.

Bakuus paiknes üks rikkamaid naftaleiukohti territooriumi all, millel asus suur elektriijaam. Puurauku ei olnud võimalik puurida, sest segasid elektriijaama ehitused. Tuli kas ümber tõsta elektriijaam või loobuda naftast.

Mitte vähem keerukas küsimus kerkis üles Krasnokamskis. Pool ühest naftaleiukohast paiknes siin soo, pool aga Kaama jõe all. Tööstust polnud kuhugi rajada.



Nii saadi nafta kätte elektrijaama ümber paigutamata.



Kallakpuuraukudega toodetakse naftat mere alt.

Groznõis esines teine juhtum: avastati naftaleiukoht, kus naftalademed asetsesid peaaegu vertikaalselt. Et selliseid lademeid õigesti töödelda, tuli neile läheneda küljelt. Kuidas aga läheneda küljelt, kui puurauke puuritakse ülevalt alla?

Izberbašis algas naftaladestus otse mererannalt ja suundus seejärel mere alla. Nafta polnud kuigi kaugel kaldast, aga kuidas teda kätte saada?

Mida rohkem avastati uusi naftaleiukohti, seda sagedamini esinesid sellised juhtumid. Paljudest leiukohtadest

võis naftat kätte saada ainult suurelt kauguselt, puurides puurauke mitte vertikaalselt, vaid kallaksuunaliselt.

Sellist puurimismeetodit kasutavad meie naftatootjad väga laialdaselt juba rohkem kui kümme aastat.

Bakuu elektrijaam töötab rahulikult. Puurtornid seisavad temast kaugel, kuid neist puurtornidest puuritakse kallakpuuraukud elektrijaama all olevasse naftaladestusse ja toodetakse nii naftat.

Krasnokamskis rajasid naftatootjad tööstuse kuivale kohale, küllalt kaugele leiukohast, kuid kallakpuuraukudega toodavad nad naftat soo ja Kaama jõe alt.

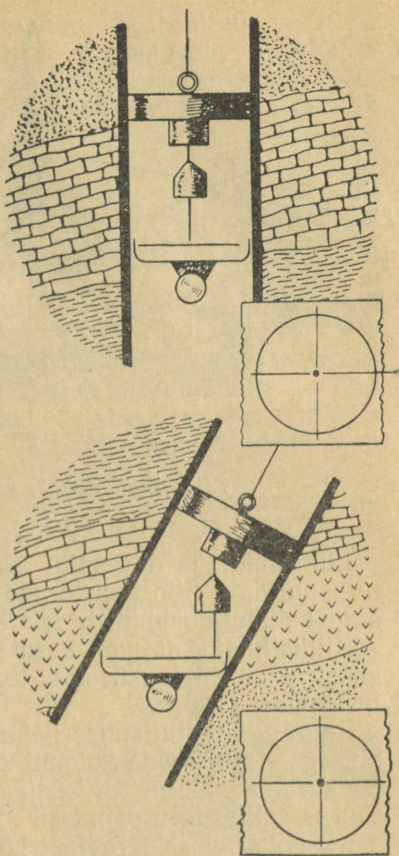
Izberbašis saadi nafta kätte samasuguste puuraukude abil.

Palju tööd ja taibukust kulus naftatootjatel kallakpuuraukude puurimise tehnika väljatöötamiseks.

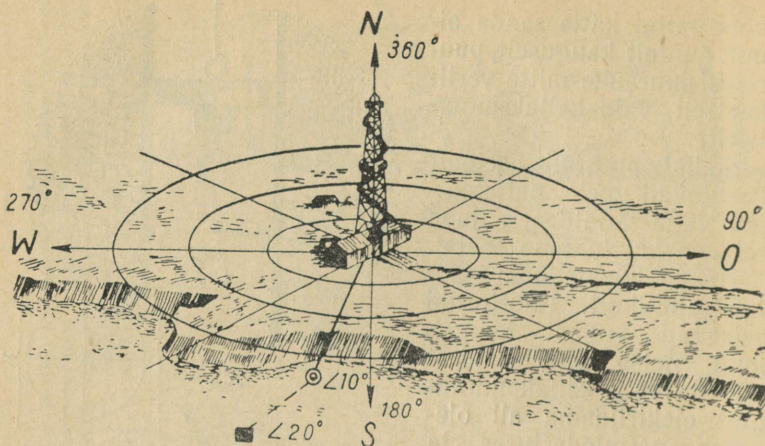
Juhuslikult puurauku kallutada on väga lihtne: on tarvis ainult rikkuda rõhu-režiimi, näiteks üleminekul pehmest kivimist kõvasse, ja peitel pöördub kõrvale.

Puurauku tuleb aga kallutada nii, et tema esi satuks naftakihti täpselt määratud kohas.

Roorpuurimisel asetatakse puurauku kiilkallutaja, mis lastakse kohale määratud sügavusel. Kiiluga puurimine on raske ja aegaviitev, sest algul tuleb, nagu ütlevad puurijad, külgsuunas «sisse lõigata» kitsas õõs, seejärel teda kontrollida, laiendada, jälle kontrollida jne.



Puurangu kaldenurga ja suuna määraja — inklinomeetri — skeem.



Täke ringil näitab, kuhu kulgeb puurauk.

Lihtsamini ja kiiremini saab kallakpuurauke puurida turbopuuriga. Siin puurtorude kolonn ei pöörle ning puuraugu kallaku hoidmine ja kõrvalekalde juhtimine on kergem.

Kiilkallutaja asemel kasutatakse turbopuurimisel erilise konstruktsiooniga kõverat toru, mis lastakse puurauku turbopuuri järel.

Puuraugu kallutamise tehnika muutus turbopuurimisel lihtsaks. Puurtorude kolonni poolt kõverale torule avaldatav surve sunnib peitlit vertikaalist kõrvale kalduma. Kalde suurus sõltub toru paindest.

Küsimus seisab järelikult kõvera toru arvestuses ja valikus.

Näib nagu oleks kõik väga lihtne. Praktikas esineb siiski palju komplikatsioone.

Kõver toru on valitud õigesti, kuid kes võib tagada, et puuraugu esi ei kaldu kas või pool kraadigi kõrvale? Kui see juhtub, on kogu töö nurjunud.

Seepärast teostavad puurijad juba peitli ja kõvera toru allalaskmisel korduvaid mõõtmisi ja arvestusi, teevad torudele märke ning kontrollivad aparatuuridega ee õiget kulgemist. On tarvis täpselt teada, kuhu kulgeb esi.

Naftatootjail on selleks otstarbeks allmaakompass — inklinomeeter, mis määrab üheaegselt kalde suuna ja puuraugu kaldenurga.

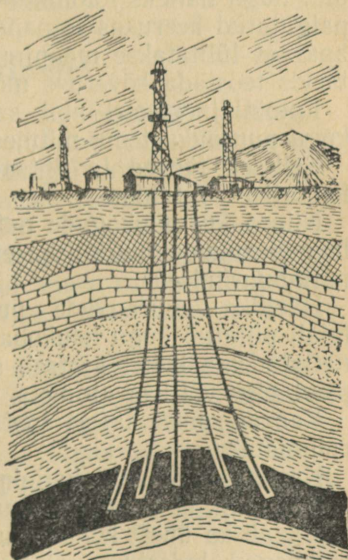
Vaatleme, kuidas töötab lihtsaim inklinomeeter.

Piklikus metallanumas paikneb magnetnõel, mille külge on kinnitatud spetsiaalsete jaotustega paberketas. Nõel pöörleb vabalt, kuidas ka anum ei pöörduks. Nõela teravik koos paberkettaga pöördub alati põhja. Nõel ja paberketas on kinnitatud taldrikule. Taldrik omakorda on kinnitatud nii, et anuma mistahes asendi korral on ta alati horisontaalne. Kettaga osuti kohal ripub nõelaga varustatud elektromagnetiline pendel. Nõel väljub pendlist niipea, kui aparati juhitakse elektrivool.

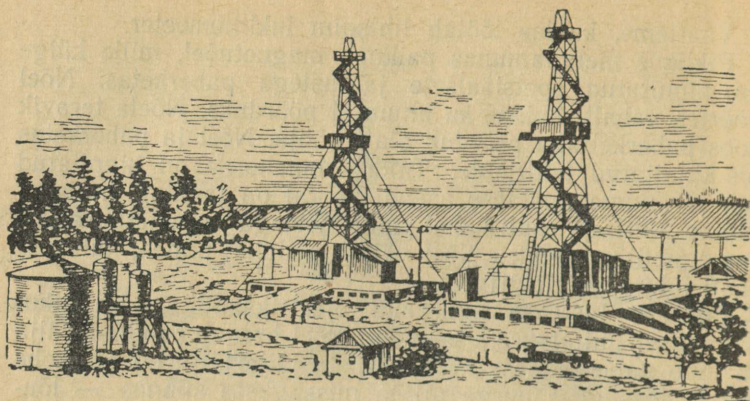
Aparaat lastakse puurauku elektrikaabliga. Vajalikul sügavusel lülitatakse sisse vool. Nõel kargab pendlist välja ja lööb paberkettasse täkke. Nõela jälje järgi on otsekohe näha, missuguse nurga all ja missuguses suunas — lõunasse, põhja, itta või läände — kulgeb puurauk. Nõela näidu võib kanda naftarajooni kaardile ja selle järgi kindlaks teha, kas puurauk kulgeb õigesti.

Joonisel on näidatud mererand. Must ruut on koht, kuhu tuleb suunata puurangu esi; tema sügavus on 1200 meetrit. Kaldal oleva puurtorni all on puurangu ava. Joonisel olev ring kujutab jaotustega paberketast. Mere kohal olev ringike on nõela täkke asukoht paberkettal 600 meetri sügavusel. Joonisel on näha, et puurauk kulgeb valesti, sest esi on liiga vähe kallutatud läände, ja viimased 600 meetrit tuleb puurida nii, nagu on näidatud punktiiriga. Selleks tuleb kõverat toru veel kümne kraadi võrra läände pöörata. Tähendab, on tarvis võtta suurema kõveru, sega toru. Kui suur see kõverus peab olema, seda arvestatakse täpselt. Siin viib väikseimgi viga selleni, et puurangu esi ei ulatu naftalademeni või läheb sellest mööda.

Siin kirjeldati lihtsaimat inklinomeetrit, millega saab



Nii puuritakse kallakpuuraukude põõsas.



Kahest puurtornist puuritakse kaheksa puurauku naftakihi mitmesugustesse osadesse.

puurauku kontrollida ainult kolmes kuni neljas punktis. Praegu on olemas hoopis keerukamad ja täpsemad aparaadid, nagu näiteks fotoinklinomeeter. Nõela asemele on siin paigutatud keerukas fotoaparaat elektrilambikesega. Fotoaparaat lülitatakse maapinnalt tegevusse iga kord, kui on tarvis teostada kõveruse mõõtmist.

Fotoinklinomeetri abil saab ühe allalaskmisega mõõta kogu puurauku tema mitmesugustes punktides.

Sellised täpsed ja lihtsad aparaadid kallakpuurimiseks leiutati NSV Liidus.

Niipea kui nõukogude naftatootjad olid omandanud kallakpuuraukude puurimise, leidsid nad kohe ka teise meetodi naftapuurimiseks.

Harilike puuraukude puurimisel on nafta-puurtornid laiali pillatud kogu leiukoha territooriumile. Juhtub aga, et naftalademe kohal asetseb suurepärane haritud põld, loob pead, nisu või kasvab mets.

Kas ei saaks naftat toota nisu puudutamata või metsa raiumata?

Ka siin tulid appi kallakpuuraukud. Kui puurauku saab puurida nii, et tema ava asub kaldal ja esi kaugel mere all, siis saab ka ühest kohast puurida mitu puurauku, mille eed paiknevad ladestuse erinevates osades. Mitme puurtorni asemel tuleb ehitada ainult üks. Saab kasutada üht jõuseadet viie asemel.

Esimesena kasutas põõsaspuurimist 1934. aastal insener N. S. Timofejev puuraugu puurimisel Artema saarel asetsevalt estakaadilt Kaspia mere alla. Puuraukude põõsast puuritakse erinevatest kohtadest, mis asuvad üksteisest ainult kaheksa meetri kaugusel, merel aga üksteisele veel lähemal.

Enne iga uue puuraugu puurimist nihutatakse puurtorni kaheksa meetri võrra, pumbad, katlamaja ja savisegaja aga jäävad samale kohale.

Kui kõik puuraugud on puuritud, tekib põõsast kaheksast kuni üheksast puuraugust, mis annavad naftat. Sellise põõsa ekspluateerimine on kergem. Nafta juhitakse üldisse kollektorisse. Aparaatide ja seadmeid puuraugu uurimiseks pole tarvis vedada. Hõlpsam on mehhaniseerida puuraugu remonti.

Niisuguseid eeliseid annab naftatootjaile põõsaspuurimine. Veel sobivam on ta puurimise teostamisel avamerel. Puuritakse avamerele ehitatud kunstlikelt saarekestelt või kaldale rajatud estakaadidelt. Sellised seadeldised on väga kallid.

Nad muutuvad palju odavamaks, kui ühelt seadmelt ei puurita mitte üks, vaid viis puurauku.

Puurtornid avamerel

Apšeroni poolsaarel ulatuvad reas kohtades naftaleiukohad mere alla. Peale selle aga avastati iseseisvad suured naftaleiukohad Kaspia mere all kaugel rannast.

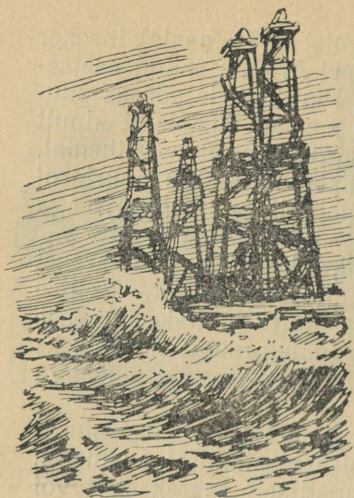
Izberbašis ulatuvad naftaleiukohad samuti mere alla.

Kuidas seda naftat kätte saada? Kuidas puurida puurauke merepõhja? See küsimus häiris kaua naftatootjaid.

Bibi-Eibatis täitsid naftatootjad suure osa Iljitši lahest. Edasi täita aga polnud võimalik, sest meri muutus järjest sügavamaks.

Naftatootjad hakkasid puurima puurauke avamerel. Algul puuriti neid kunstlikult saarelt. Saar rajati sisserammitud torudele. Torud rammiti merepõhja ning valati seest- ja väljastpoolt üle tsemendiga. Neile tugevatele raudbetoonpostidele laoti põrand, püstitati puurtorn ja kõik vajalikud ehitused, kaasa arvatud ruum puhkamiseks. Kaspia meri hakkas kattuma puurtornidega.

Vingub tuul, mühiseb meri. Lained kerkivad vihaselt ning veerevad üksteise järel, soolane veetolm hõljub loorina mere kohal. Lainete kohina ja müra keskel seisavad kindlalt



Puurtornid avamerel.

puurtornid. Puurijad teevad rahulikult oma tööd, puhkeruumis aga puhkab järjekordne vahetus, kuulates raadiost lõbusat kontserti.

Mõnikord on aga ka teisiti. Bakuu tuuled pole naljaasi. Bakuu tuuled paiskavad sagedasti alla lendavaid tuvisid ja löövad neid vastu kive surnuks.

Kui merel puhkeb selline torm, siis muutub aluse rajamine võimatuks. Isegi vaikse ilmaga on vaiade rammimine merepõhja tülikas ja aegavii-
tevä.

Naftatootjad otsivad seepärast teisi, mugavamaid meetodeid puurtornide aluste rajamiseks avamerele.

Rühma Azmornefti töötajate poolt loodi uus puuraukude puurimise aluse konstruktsioon kunstliku metallist saarekesena.

Alus keevitatakse kaldal plokkidena kokku. Seejärel viib võimsa kraanaga varustatud puksiir plokid puurimiskohale ja laseb nad seal merepõhja. Plokid ühendatakse, kaetakse põrandaga ja seejärel paigutatakse rajatud saarekesele puurtorn ja kõik vajalikud seadmed.

Hiljuti tekkis Bakuu lähedale avamerele saar, mis kannab salapärasest nimetusest «Seitsme laeva saar».

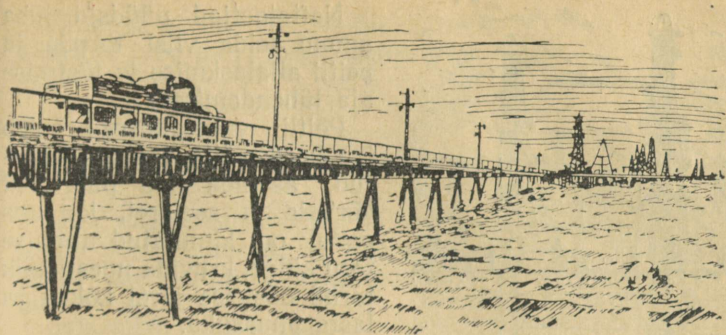
Väikesele kaljusele leetseljakule, mida tormide ajal uhtusid murdlained, on nüüd rajatud naftatööstus.

Et lained ei segaks töötamist, uputasid naftatootjad leetseljaku lähedale vanarauaks määratud aurikuid.

Uputatud laevade dekkidele ehitati tööliste magamisruumid, puhkekajutid ja sööklad. Leetseljakul aga rajati rammvaiadele puurtornid.

Selliseid meeldivaid naftaleiukoha ja leetseljaku kokkusattumisi esineb aga harva. Naftatootjatel tuleb ehitada saarekesi ja puurtorne avamerele.

Seal, kus naftaleiukoht on suur ja asetseb kalda lähedal, hakkasid naftatootjad rajama pikki sildu — estakaade — ja



Estakaadid ulatuvad kümneid kilomeetreid avamerele.

seejärel suunama neid ikka kaugemale ja kaugemale avamerele. Nad ise mõtlesid välja ka meetodi selliste estakaadide kiirehitamiseks.

1954. aastal ulatus merele rajatud estakaadide pikkus juba kümnete kilomeetriteni.

Estakaadid viivad nähtamatute, merepõhja all peituvate naftalademete kohale.

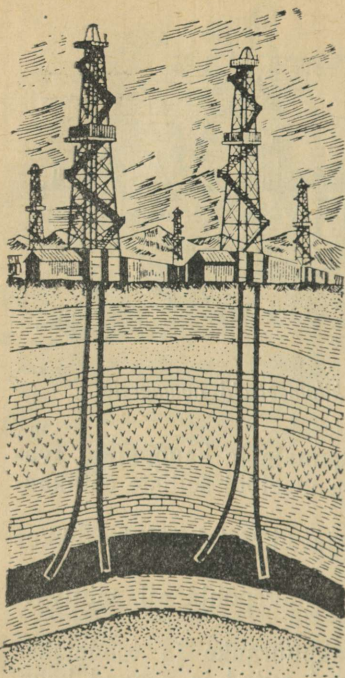
Estakaadidelt puuritakse kallakpuurauke ja toodetakse naftat. Mööda estakaade kihutavad autod ja veavad koormaid puurimisseadmetega, järjekordse vahetuse töölistega jne. Estakaadi külgedele paigutatud torusid mööda voolab puurtornide juurest kaldale nafta, kaldalt puurtornide juurde aga mage vesi ja savilahus.

Tohutu suured naftarikkused peituvad Kaspia mere põhjas. Naftatootjad ammutavad neid sealt edukalt nõukogude majanduse vajadusteks.

Kuidas puuritakse korraga kaks puurauku

Meie leiutajate mõttelend on väsimatu. Vaevalt on leitud uus, parem töömeetod või konstrueeritud uus masin, kui juba leiutaja hakkab töötama nende edasiseks täiustamiseks. Ta teab, et tema töö vili ei lähe mõne kapitalisti omandiks, vaid ühise asja heaks.

Tuhanded töölised, tehnikud ja insenerid otsivad väsimatult uusi, paremaid tööviise, töötavad uute tööpinkide ja masinate jooniste ja mudelite kallal.



Ühest tornist puuritakse samaaegselt kaks puurauku.

Naftatootjad püüdsid juba ammu leida viisi torude ja peitli allalaskmise ja tõstmise aja lühendamiseks.

Peitli vahetamiseks tuleb iga kord välja tõsta kõik torud, asetada nad puurtorni kõrvale ja seejärel, kui uus peitel on kinnitatud alumise toru külge, kruvida uuesti kõik torud üksteise järel kokku ja lasta puurauku.

Puurimisel suurde sügavusse kõvas kivimis kulub peitli vahetamiseks aega rohkem kui puurimiseks.

Insenerid O. A. Mežlumov, E. I. Tagijev, M. A. Geiman ja S. L. Zalkin lahendasid selle ülesande.

Ühest puuraugust puuritakse ühe torukomplektiga korraga kaks puurauku.

Algul puuritakse parempoolne puurauk. Niipea kui peitel kulub, võetakse torud välja, kuid neid ei paigutata puurtorni kõrvale, vaid samade torudega ja uue peitliga alustatakse vasakpoolse puuraugu puurimist.

Nii tõstetakse järjekorras torud ühest puuraugust teise. Seni kui puuritakse üht puurauku, viiakse teise juures läbi kõik ettevalmistustööd: kontrollitakse inklinomeetriga, kas kalle on õige, ning uuritakse puuraugust välja võetud kivimeid. Selleks kõigeeks tuli varem katkestada puurimine, võtta torud välja ja asetada nad puurtorni najale.

Puurtorn erineb sel juhul tavalisest selle poolest, et tema ülemisse ossa asetatakse nihutatav plokk ja põrandale mitte üks, vaid kaks rootorit. Nihutatavat plokki liigutatakse altjuhitava mootoriga puuri ja töökohalt.

Töölisel, kes varem torude tõstmisel ja allalaskmisel töötas puurtorni tipus, polnud enam midagi teha ja ta laskus alla, et töötada teistel töökohtadel.

Tänapäeval on meie naftatööstuses puuritud juba palju kaheöönelisi puurauke.

Üks puurauk ulatub kolme naftakihini

Kõik puurimismeetodid, millest me oleme seni rääkinud, on ette nähtud ainult ühe naftakihi eksplateerimiseks.

Jälle tekib uus raskus.

Peaaegu igas naftaleiukohas ei esi- ne mitte üks, vaid mitu naftakihti. Nad paiknevad maa all harilikult korrustena: ülemise naftakihi all on kiht savi, savi all mergel, kiltkivi või mõned muud kivimid, seejärel uuesti savi, selle all teine naftakiht jne.

Bakuu lähedal Bibi-Eibati leiukohas avastasid naftaotsijad viiskümmend kolm naftakihti.

1952. aastani puuriti igasse kihti eraldi puuraugud. Mõnikord juhtus, et puurtornidele ei jätkunud enam ruumi.

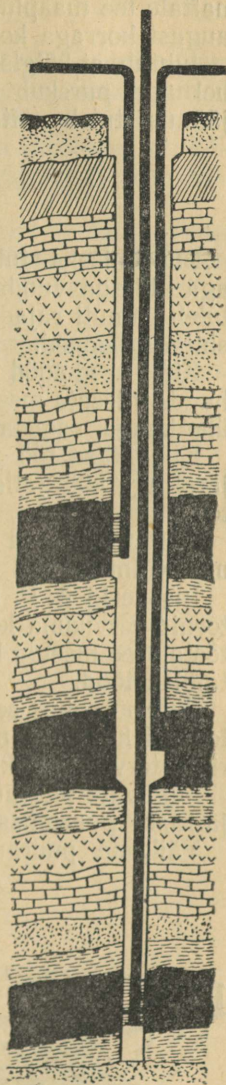
Nüüd on hakatud puurima mitmeastmelisi puurauke.

Mitmeastmeline puurauk puuritakse korraga kahe kuni kolme naftakihini. Puuraugu läbimõõt muutub kihist kihiti väiksemaks.

Esimese kihini puuritakse puurauk sellise läbimõõduga, et temasse mahuksid kolm torukoloonni, mis on määratud nafta väljapumpamiseks erinevatest kihtidest.

Ülemisest naftakihist järgmiseni läheb juba kaks toru. Teise ja kolmanda naftakihi vahele puuritakse puurauk ainult ühele torule.

Seejärel tehakse torukolonnidesse naftakihtide kohale augud, avades



Ühe puuraugu kaudu toodetakse naftat kolmest kihist.

naftale tee maapinnale. Maapinnal väljuvad sellisest puur-
august korraga kolm toru.

Juhtub, et kõigist torudest purskuvad naftafontäänid. Va-
hel aga purskub ühest torust fontään, kuna kahest üle-
jäänust tuleb naftat pumbata.

Puurtornid ratastel

Puurimiseks tuleb püstitada puurtornid, puurtornidele
aga ehitada vundamendid. Mootorile, vintsile ja rootorile
tuleb samuti rajada vundamendid, valmistada põrandad ja
ehitada hooned.

Kõik need tööd nõuavad palju vaeva. Tuhande kuni tu-
hande viiesaja meetri sügavusi puurauke puuritakse praegu
ühe kuuga, sagedasti aga veelgi kiiremini.

Kuuajalise töö jaoks tuleb püstitada suuri ehitusi, see-
järel aga kõik jälle lõhkuda. Kui palju kulub raha, aega ja
tööd!

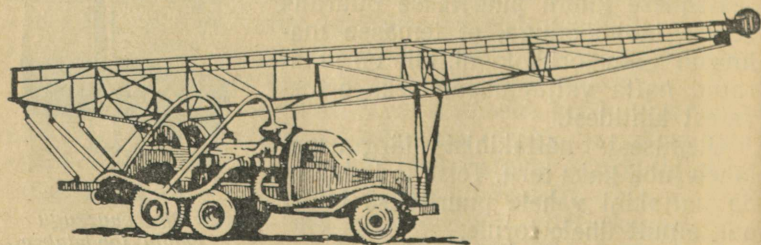
Naftatootjad on välja mõelnud palju erinevaid meetodeid,
mis võimaldavad lühendada puurtornide ehitamise aega.

Insenerid A. P. Duhnin ja G. N. Beržets soovitasid puur-
tornid tervikuna kokku panna lamavas asendis ja siis üles
tõsta. See meetod kergendas ja kiirendas puurtornide püsti-
tamise tööd.

Groznõi ning seejärel ka Dagestani ja Baškiiria nafta-
tootjad hakkasid puurimisseadmeid valmistama ja montee-
rima tervete plokkidena.

Sügavate puuraukude puurimiseks on puurtorni ehitamine
ja raske puurimisseadme paigaldamine hädavajalik.

Väikeste puuraukude puurimisel (sügavus tuhat kuni



Puurtorn ratastel.

tuhat kakssada meetrit) otsustasid naftatootjad vältida iga-
suguseid ehitusi ja montaažitöid.

Mõeldi välja liikuvad puurimisseadmed. Kõik puurimiseks
vajalik — puurtorn, rootor, vints ja pump — asetati autole.

Auto mootorit kasutatakse mitte ainult puurimiskohale
sõitmiseks, vaid ka puurimiseks. Et ühest mootorist on kõi-
kide tööde sooritamiseks vähe, siis paigutatakse auto šas-
siile lisamootor.

Algul puuriti liikuvate seadmetega ainult madalaid, kuni
neljasaja meetri sügavusi puurauke. Praegu puuritakse
ka sügavaid puurauke — kuni tuhat kakssada meetrit ja
mõnikord isegi rohkem.

Nii saavad naftatootjad madalate puuraukude puurimi-
sel läbi puurtorni ehitamiseta. Puurtorn ja kogu puurimis-
seade sõidavad ise puurimiskohale.

ALLMAALUURE

Kahe tuhande meetri sügavusel

Puurimise kestel jälgivad puurijad pidevalt ee sügavust. Nad kontrollivad seda sisselastud torude pikkuse järgi. Puurauk võib aga olla kõverdunud ja siis näitavad torud ebaõiget sügavust. Seepärast jälgivad puurijad hoolega savilahust: nad võtavad kogu aeg puuraugust välja savilahuse proove; savilahusega välja kantud kivimitükide järgi määravad nad ligikaudu puuritava kihi ja võrdlevad seda geoloogilis-tehnilise töökäsuga.

Lõpuks näitab ee sügavus, et veel umbes kaks meetrit eraldab peitlit naftakihist.

Puurijate brigaadile saabub kõige pingutavam aeg. Kõik on erutatud ja kihevil.

Kas puurauk on õigesti puuritud?

Kas tuleb naftat?

Puurijad katkestavad puurimise. Puurimisseadme juurde tulevad uurijate brigaadid.

Raske on puurida maapõue kitsast, kahe-kolme kilomeetri sügavust puurauku, kuid veel raskem on läbi selle kitsa ava heita pilku maapõue sügavusse ja täpselt teada saada, missugused kivimid paiknevad maa all, kuidas nad paiknevad ja, lõpuks, kas leidub neis naftat või mitte.

Puuraugu puurimisel jahvatab ees pöörlev peitel kivimi jahuks — šlammiks. Šlamm tuuakse eest maapinnale savilahusega. Lahust pumbatakse pidevalt puurauku, puuraugust aga kannab ta pideva joana endaga kaasa jahvatatud kivimi. Kuidas savilahuse ja šlammi segu järgi teada saada, missuguseid kivimeid läbis peitel ning kas ei jäänud puurimise ajal naftakiht silmapaari vahele?

Geoloog peab seda kõike teadma, ja mitte kunagi hiljem, vaid ajal, kui toimub puuraugu puurimine. Ta peab kogu aeg olema kursis sellega, missuguseid kivimeid läbib peitel: savisid, liivasid, kiltkive või midagi muud. Ta peab

teadma läbitud kihtide paksust ja kihtide asetust: kas pole nad mingis suunas kaldu, ja kui on kaldu, siis mitme kraadi võrra. Ta peab koguma suure hulga andmeid kivimite kohta, mida läbib puurauk. On vaja kindlaks määrata kivimite vanus, s. o. geoloogiline periood, millesse nad kuuluvad. Seda saab määrata ainult nendes säilinud kivististe ja mõnede mineraalide järgi, mis esinevad puuraugust savilahusega välja toodud kivimitükkides.

Tuleb määrata kivimite füüsikalised omadused, nende poorsus, läbilaskvus, teostada maa-alustes sügavustes esineva vee analüüse, analüüsida puuraugust väljuvat gaasi ja palju muud.

Puuraugu puurimise ajal peab geoloog saama sadu kõikvõimalikke andmeid maapõue kohta. Kuidas neid siis saada?

Geoloogile tuli abiks kaasaegne teadus. Meie teadlased konstrueerisid aparaadid, mis võimaldavad geoloogil tundida maapõue varjatud saladustesse.

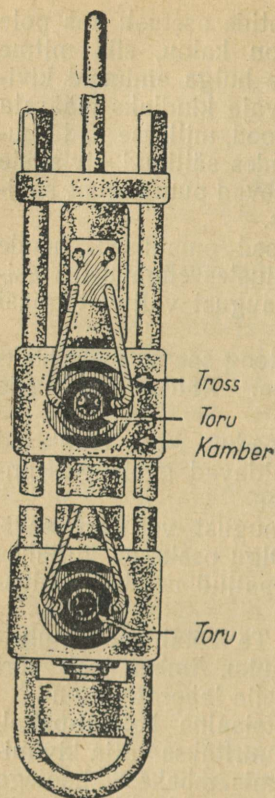
Geoloog ammutab ämbriga puuraugust väljuvat savilahust ja viib selle laboratooriumi. Olgu osakesed kuitahes väikesed, mikroskoop avastab siiski paljud nende saladustest.

Geoloogile ei piisa aga lahusest. Ta võtab pika ämbritaolise anuma ja laseb selle puurauku. Ämber toob pori välja otse eest. Geoloog saadab ka selle laboratooriumi.

Aeg-ajalt lastakse puurauku spetsiaalne kolonn-peitel, mis sarnaneb toruga. Selle peitliga puuritakse välja kivimisambake. Geoloog pakib iga kivimisambakese hoolega sisse, nagu poleks tegemist mitte harilike kividega, vaid vääriskividega. Kivimisambakesi nimetatakse südamikeks. Südamike järgi määratakse, kas esineb kihis naftat või gaasi, tehakse kindlaks puuritud kivimi füüsikalised omadused ja saadakse teada, kuidas asetsevad kivimikihid — horisontaalselt või kaldu, ja kui kaldu, siis mitme kraadi võrra.

Puuraugu kivimite uurimise meetod südamike abil on väga hea. Häda on ainult selles, et ta nõuab palju aega. Ühe meetri pikkuse südamiku saamiseks kulub üle kuue tunni.

Puuraugu läbilõike ideaalseks uurimiseks tuleks välja võtta kivimisammas kogu tema sügavuses. Kui puuraugu sügavus on kaks tuhat meetrit, siis kuluks selleks operatsiooniks kaksteist tuhat tundi ehk viissada ööpäeva.



Külproovivõtja. Väljapaiskumisel tungib õõnes toru puuraugu seina ja haarab sealt kaasa kivimiproovi.

Puurijad-novaatorid lühendavad südami ke võtmise aega tugevasti, kuid ta jääb siiski veel pikaks.

Nõukogude insenerid leiutasid aparadi — külproovivõtja —, mille abil saab võtta kivimiproove hariliku peitliga puuritud puuraugu seintest.

Külproovivõtja lühendas kivimiproovide võtmise aega, kuid naftatootjad nagu kõik nõukogude inimesed tahavad veelgi suurendada oma töötempot.

Kas ei saaks siiski uurida rajatud puuraugu kõiki kivimeid pideva südamikuvõtmiseta.

Kas ei saaks täiustada maapõue sügavuste uurimise tehnikat?

Naftatootjad otsisid kaua ja vi-salt läbitud kivimite uurimise meetodeid, mis kiiresti annaksid neile andmeid maapõue sügavuste kohta ja lühendaksid südamiku võtmise aega.

Naftaväljal võib väga sagedasti kuulda järgmist kõnelust:

«Puurauk number 211 jõudis projekteeritud sügavuseni.»

«Ennetähtaegselt?» küsib insener.

«Nagu ikka.»

«Suurepärase!»

«Nüüd oleks meile tarvis karotaažirühma.»

«Ennetähtaegselt? Aga kust ma

ta teile võtan? Rühmad töötavad plaani järgi.»

«Mida siis teha?» küsib meister ärritatult.

«Mida, mida!... Uhtuge puurauk läbi nagu kord ja kohus, mina aga lähen teile karotaažirühma otsima.»

Poole tunni pärast hingab meister kergendatult. Puur-torni juurde kihutab suurima kiirusega otsekui tulekahjule auto kaabli ja elektriseadmetega.

Karotaažirühma töölised hüppavad autolt ja asuvad kohe kivimite elektrilise takistuse mõõtmisele piki puuraugu õõnt.

Kivimite uurimist kogu puuraugu õõne ulatuses kivimite elektrilise takistuse mõõtmise teel nimetatakse puuraugu elektriliseks karotaažiks.

«Aga mida tähendab sõna «karotaaž»?» küsib lugeja.

Küsimus on täiesti õigustatud, seda enam, et üheski sõnastikus ei leidu seletust selle sõna päritolu kohta.

Ta pärineb Prantsusmaalt ja täpses tõlkes tähendab porgandit (carotte — porgand).

Miks naftatootjad on selle sõna oma alal kasutusele võtnud, on täiesti mõistetamatu, kuid praegu on ta laialdaselt juurdunud ja tähendab midagi «mõõtmise» või «uurimise» taolist.

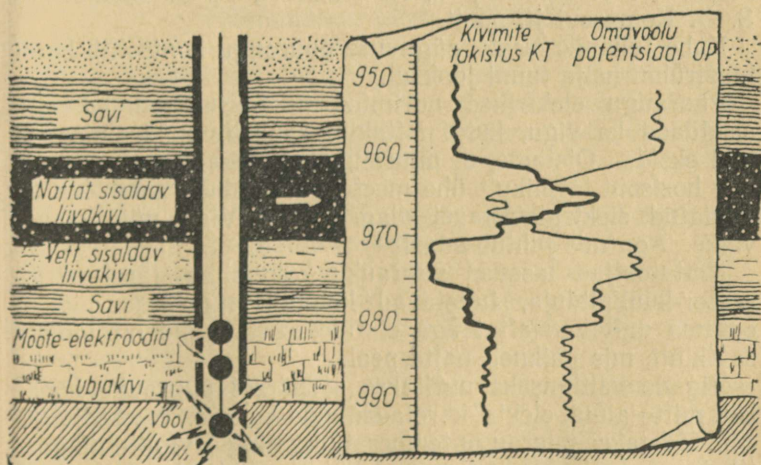
Igal kivimil on oma takistus elektrivoolule.

Kõige väiksem takistus on teatavasti elektrivoolu juhtivatel ainetel — metallidel ja elektrolüütidel (soolade lahustel, hapetel ja leelistel.) Suurim takistus on isoleerivatel ainetel, nagu näiteks parafiinil.

Kivimitest on väikseima takistusega liivad ja liivakivid. Nad esinevad harva kuivadena. Harilikult sisaldavad nad vett, milles on lahustunud soolad, ning selline nn. mineraliseeritud vesi juhib hästi elektrivoolu.

Nafta ei juhi sugugi elektrit.

Savid on halvad elektrijuhid. Seepärast valmistatakse isolaatoreid portselanist (põletatud savist, kaoliinist).



Nii mõõdetakse kivimite elektrilist takistust.

Elektrilisi mõõtmisi teostatakse puuraukudes järgmiselt. Puurauku lastakse kolmejuhtmeline kaabel koos elektroodidega. Elektroodid asetsevad üksteisest teatavas kauguses. Kui kõik on ette valmistatud, lastakse läbi alumise elektroodi maasse elektrivool ja kahel ülemisel elektroodil mõõdetakse, kui palju voolu jõuab nendeni puurauku ümbritsevaid kivimeid mööda. Kõik näidud antakse juhtmete kaudu maapinnale. Siin nad võimendatakse ja märgitakse automaatselt lindile.

Niisuguseid üleskirjutusi nimetatakse elektri-karotaaži diagrammideks.

Joonisel on näidatud osa sellisest diagrammist. Seal on näha siksakilised jooned. Üks joon — KT — näitab kivimi takistust teda läbivale elektrivoolule ja teine joon — OP — voolu, mis tekib vedeliku liikumisel läbi poorse kivimi, nagu liiv, liivakivi, lubjakivi jne.

Tähed joonte juures tähendavad: KT — kivimi takistus, OP — omavoolu potentsiaal.

Mitmesuguseid kivimite takistus elektrivoolule on tuntud. Seepärast saavad naftatootjad karotaaži diagrammi joonte järgi määrata, missugustest kivimitest koosneb maakoorkohas, kus asub puurauk.

Käesoleval ajal elektri-karotaažil kasutatavad aparaadid ja meetodid on välja töötatud nõukogude teadlaste ja inseneride D. V. Žabrevi, V. N. Dahnovi, A. S. Semjonovi, S. G. Komarovi jt. poolt.

Kahe tuhande meetri sügavuse puuraugu kontrollib karotaažirühm nelja tunni jooksul.

Puuraugu elektrilise uurimise tulemused võivad aga sisaldada ka vigu, kuid naftakihi asukoha määramisel ei tohi eksida. Oletame, et puuraugu profiilis on naftat sisaldav horisont tegelikult ühe meetri võrra madalamal, kui on näidatud elektri-karotaaži diagrammil. Viga näib olevat väike. Aga mis juhtub edasi?

Naftatootjad lasevad puurauku kolonni, seejärel perforaator-kuulipilduja, tulistavad kolonni augud ja jäävad ootama naftat. Naftat aga ei tule, sest augud on löödud savikihti, mis paikneb nafta peal.

Vigade vältimiseks uuritakse seepärast puurauke hoolikalt mitte ainult elektri-karotaaži, vaid ka teiste meetoditega.

Mõõdetakse puuraugu temperatuuri ning kivimite magnetilisi omadusi. Uuritakse puurimisel esinevate vett sisaldavate kihtide vett.

Gaasi sisaldavate lademetete ja vahekihtide kindlakstege-
miseks ning samuti naftaleiukoha täpsemaks määramiseks
kasutatakse g a a s i - k a r o t a a ž i.

Puuraukude gaasi-ülesvõtte meetodi esitas 1934. aastal
Bakuu geoloog M. V. Abramovitš. Meetodi töötasid välja
insener M. I. Balzamor ja teadlane V. A. Sokolov.

Naftaladestus eraldab endast pidevalt gaasi. Gaas tungib
läbi kivimite maapinnale. Ammu on kindlaks tehtud,
et mida lähemal naftaladestusele, seda rohkem leidub kivi-
mites gaasi. Teatavasti väljub puurimisel puuraugust pide-
valt savilahus. Gaas satub kivimitest lahusesse ja koos
sellega tuleb maapinnale.

Kui aga puuraugu esi tungib gaasiga küllastatud kihti,
siis tulevad koos savilahusega maapinnale juba gaasi-
mullid.

Nõukogude naftainsenerid mõtlesid välja aparaadi, mis
puurimisel pidevalt registreerib põleva gaasi hulka lahuses.

Gaasi-karotaaži aparaat näitab naftatootjatele kõik gaasi
sisaldavad lademed ja vahekihid ning signaaliseerib puur-
augu ee jõudmisest naftat sisaldava kihini.

Viimasel ajal hakkavad üha laialdasemat kasutamist
leidma puuraukude uurimise meetodid, mis põhinevad kivi-
miste radioaktiivsusel.

Nähtamatute kiirte püüdjad

Võttes kasseti sellesse paigutatud värske fotoplaadiga ja
lähendades ta uraani sisaldavale kivimile, selgub kasseti
avamisel, et plaat on tumenenud, kuigi me teda ei valgus-
tanud ega paigutanud ilmutajasse.

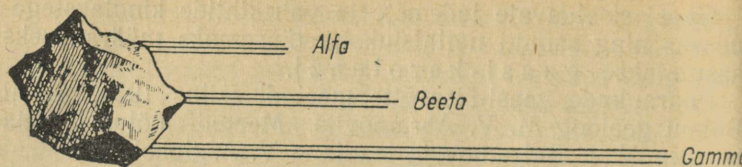
Miks see nii juhtus?

Seepärast, et uraan saadab välja nähtamatuid kiiri, mis
kutsuvad esile fotoplaadi tumenemise.

Omadus välja saata nähtamatuid kiiri pole mitte ainult
uraanil. Neid kiiri eraldavad ka sellised elemendid, nagu
raadum, toorium, aktinium, kaalium, rubiidium, samaa-
rium, poloonium.

Nähtamatuid kiiri välja saatvaid elemente nimetatakse
radioaktiivseteks elementideks.

Radioaktiivsed elemendid eraldavad mitut liiki kiiri. Ühed
neist neelduvad kiiresti kivimites ning tungivad neisse
vähem, kuna teised läbivad õhus ja kivimeis pika tee.



Selle tunnuse järgi nimetagem neid kokkuleppeliselt lühikesteks ja pikkadeks.

Kõige lühemad on alfakiired. Nad läbivad õhus teekonna kahest kuni kaheteistkümne sentimeetrini, kivimites aga kõigest kaks kuni kolm mikronit.

Alfakiired on element heeliumi positiivselt laetud tuumad.

Beetakiirte teekond on peaaegu sada korda pikem. Beetakiirgus on elektronide voog. Alfa- ja beetakiired neelab kiiresti aine, mida nad läbivad, ja seepärast ei kasutata neid puuraukude uurimise praktikas.

Kõige pikemad on gammakiired. Nende läbimisvõime on sada korda suurem beetakiirte omast.

Gammakiired on elektromagnetiline kiirgus. Nad sarnanevad röntgenikiirtega, kuid on neist võimsamad.

Kõik radioaktiivsete ainete poolt eraldatavad nähtamatud kiired evivad üht huvitavat omadust.

Me teame, et õhk ja gaasid ei juhi elektrit. Kõrgepingeliini juhtmeid mööda kulgeb mitme tuhande voldise pingega elektrivool. Need juhtmed kannavad surmavat jõudu, kuid me jalutame rahulikult nende all, sest me teame, et õhk isoleerib meid kindlalt juhtmeist.

Radioaktiivne kiirgus muudab õhu ja gaasid elektrit juhtivaks. Ta laeb õhu molekulide positiivselt ja negatiivselt. Laetud aatomeid ja molekule nimetatakse ioonideks. Radioaktiivne kiirgus ioniseerib õhku ja teisi gaase. Seda radioaktiivsete ainete omadust kasutavadki nõukogude nafta-geofüüsikud.

Kivimites leidub radioaktiivseid aineid, mis eraldavad kiirgust. Kiirgus ioniseerib õhku ja muid gaase, eriti kergesti aga inertseid gaase.

Järelikult tuleb lasta puurauku balloon mõne inertse gaasiga, näiteks argooniga, seejärel aga mõõta tema ionisatsiooniaste.

Teadlased konstrueerisid aparaadi, mille abil õrnestus mitte üksnes mõõta õhu ionisatsiooni, vaid seda ka üles märkida.

Gaasi ionisatsioon näitab täpselt radioaktiivse kiirguse tugevust ja järelikult ka läbipuuritud kivimi radioaktiivsust.

Nõukogude leidurite aparaat püüab kinni ja mõõdab gammakiirgust. Seepärast nimetati kivimite uurimise uus meetod *gamma-karotaažiks*.

Aparaat on ehitatud selliselt, et mida rohkem gamma-kiiri satub ionisatsioonikambris, ehk kiirtelugejasse, seda tugevam vool tekib elektrilises ahelas, kuhu on lülitatud kamber. Aparaat annab oma näidud juhtmete kaudu maa-pinnale võimendajasse ja isekirjutavasse seadmesse. Isekirjutaja joonistab gammakiirguse intensiivsuse diagrammi kogu puuraugu ulatuses.

Aparaat registreerib kivimi suurt radioaktiivsust ja naftatootjad tõlgivad aparaadi näidud oma keelde:

«Aparaat läbib savi.»

Aparaat näitab vaevumärgatavat gammakiirgust ja naftatootjad teavad:

«Selles sügavuses algavad lubjakivid.»

Kivimitest on kõige radioaktiivsemad savid ja kiltkivid. Liivad, liivakivid ja lubjakivid omavad väikest radioaktiivsust. Kõige vähem radioaktiivsed on kivisool ja -süsi.

Kivimite radioaktiivsus on juba arvutatud tabelite järgi; gammakiirte lugeja näite pole raske tõlkida geoloogide keelde.

Gamma-karotaaž iseloomustab mõningaid kivimeid paremini kui elektri-karotaaž. Elektri-karotaaži diagrammidel on kõik lubjakivid ühesugused, sest nad osutavad elektri-voolule ühesugust takistust. Gamma-karotaaži diagrammidel seevastu võib eraldada tihedaid lubjakive, saviseguseid lubjakive jne. Mida rohkem aga on naftatootjatel andmeid kivimite kohta, mida läbib puurauk, seda parem.

Kuid jälle on häda: gamma-karotaaži diagrammidel esineb siin ja seal mõistatuslikke lünki, valgeid laiike. Kivimite radioaktiivsust näitav joon katkeb korraga ja ilmub allpool, jättes vahele tunduva lõigu. Teatava vahemaa järel kordub jälle vana lugu: radioaktiivsuse joon kaob, et uuesti ilmuda allpool.

Selgub, et leidub kivimeid, millest radioaktiivset kiirgust ei eraldu.

Naftatootjad mõtlesid pingeliselt. Tuli lahendada uus, väga keerukas probleem — oli tarvis muuta kõik kivimid radioaktiivseks.

Kõikeläbiv neutron

Keerukas probleem lahendati neutron-karotaaži leiutamisega.

Et mõista uue sügaval asetsevate kivimite uurimise meetodi olemust, on tarvis omada ettekujutust aatomi ja tema peamise osa — tuuma — ehitusest.

Möödunud sajandil loeti aatomit mateeria väikseimaks osakeseks. Hiljem, möödunud sajandi lõpul, tehti kindlaks, et aatom pole mitte üks osake, vaid terve maailm tugevasti seotud ja liikumises olevaid väiksemaid osakesi.

Aatomi keskel asub tuum, mille ümber tiirlevad elektronid.

Aatomi tuum on laetud positiivselt, elektronid aga negatiivselt.

Teadus ei jää kunagi püsima saavutatule. Ta liigub alati edasi. Mõistatanud aatomi ehituse, hakkasid teadlased tegelema tema tuumaga.

Selgus, et aatomi tuum omakorda koosneb prootonitest ja neutronitest.

Prooton on lihtsaima aatomi — vesinikuaatomi — tuum. Neutronid osutusid osakesteks, millel puudub laeng. Aatomituumade pommitamisel eralduvad neist suure kiirusega neutronid. Et neutronid pole laetud, siis lendavad nad takistamata seni, kuni põrkavad kokku mõne aatomituumaga.

Neutron sisaldab väga palju energiat ja seetõttu on tal erakordselt suur läbimisvõime.

Kui neutronid satuvad kivimisse, siis tungivad nad otsekohe kivimit moodustavatesse aatomitesse. Seejuures rikuvad nad aatomite tasakaaluolukorra. Neutronite põrkumisel aatomite tuumadega muutub kivim tehiskult radioaktiivseks.

Naftatootjatele on kõige huvipakkavam asjaolu, et kiiresti lendavate neutronitega pommitamise tulemusena hakkavad kõik kivimid kiirgama nähtamatuid kiiri.

Neutronite omaduse muuta surnud, mitteradioaktiivsed kivimid radioaktiivseiks kasutasidki ära naftatootjad.

Esineb rida radioaktiivseid elemente, mis kiirgavad tohutul hulgal alfaosakesi. Sellisteks elementideks on näiteks poloonium, raadium ja mõnede elementide radioaktiivsed isotoobid (isotoobid on ained, mille aatomituumad sisaldavad ühesuguse arvu prootoneid, kuid erineva arvu neutroneid).

Kergete elementide kiiritamisel polooniumist, raadiumist või teiste elementide radioaktiivsetest isotoopidest vabanevate alfaosakestega eralduvad neutronid. Kõige rohkem neutroneid eraldab element berüllium.

Naftatootjad võtavad polooniumi, raadiumi või radioaktiivsete isotoopide ja berülliumi segu, paigutavad selle torukesse ja joodavad toruke se kinni.

Segu võetakse ainult kümme milligrammi ehk üks sajandik grammi, nii et toruke koos seguga ei võta palju rohkem ruumi kui tuletikk.

See sajandik grammi segu (näiteks radioaktiivsete isotoopide ja berülliumi soolade segu) aga kiirgab igas sekundis tohutu hulga — seitseteist tuhat miljardit — alfaosakesi. Iga miljoni alfaosakese kohta vabaneb umbes viiskümmend neutronit.

Selliseid segusid radioaktiivsetest elementidest ja alfaosakestega kiiritamisel neutroneid eraldavatest elementidest kasutavadki naftatootjad puuraugu kivimite kiiritamiseks.

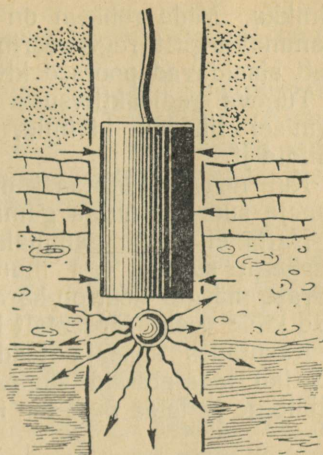
Seguga täidetud toruke riputatakse aparaadi alla, mis püüab nähtamatuid kiiri. Seejärel lastakse nad nagu gamma-karotaaži puhulgi puurauku.

Preparaadist eralduvad neutronid muudavad kõik kivimid radioaktiivseks, kuid mitte ühesuguselt. Ühed hakkavad kiirgama rohkem gammakiiri, teised vähem.

Aparaat püüab need kiired kinni ja annab näidud juhtmete kaudu maapinnale. Maapinnal aparaadi näidud võimendatakse ning isekirjutaja joonistab nende järgi diagrammi.

Naftatootjad loomulikult uurisid juba varem, missuguse radioaktiivsuse omandavad kivimid neutronitega kiiritamisel, ja seepärast pole neil raske tõlkida neutron-karotaaži diagrammi oma keelde.

Neutron-karotaaži abil on väga hõlpus määrata ve-



Kivimite radioaktiivsuse mõõtmine.

sinikku. Mida rohkem on kivimis vesinikku, seda vähem gammakiirgust registreerib aparaat. Seepärast eraldavad vett sisaldavad poorsed kivimid vähe gammakiiri.

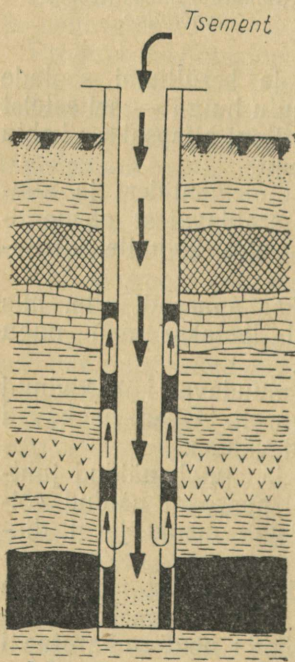
Tugeva radioaktiivsuse omandavad neutronitega kiiritamisel tihedad kivimid, nagu savised kiltkivid, dolomiidid jt.

Kui neutron-karotaaži aparaat neid läbib, siis märgib lugeja suurima hulga gammakiiri.

Nafta ei kiirga gammakiiri. Neutronid ei mõju temale peaaegu sugugi ega muuda teda radioaktiivseks. Seepärast märgib neutron-karotaaži diagramm naftat sisaldavad kihid veelgi täpsemalt kui vett sisaldavad.

Kasutades kaasaja teaduse saavutusi, uurivad naftatootjad maa-aluseid sügavusi, et määrata kogu kivimite läbilõige ja leida õige tee naftani.

Viimased toimingud



Puuraugu tsementeerimine.

Kui on täpselt kindlaks tehtud, et puuraugu esi ulatub vajaliku naftakihini, siis asuvad puurijad viimase toimingu juurde — manteltorude sisselaskmisele ja puuraugu tsementeerimisele.

See on hoolt nõudev ja vastustusrikas töö.

Eelkõige tuleb kontrollida puurtorni, trossi, tali ja paigalseisvat plokki. Mantelkolonn on raskem puurkolonnist.

Torud lastakse üksteise järel puurauku. Lõpuks ongi külge kruvitud ja alla lastud viimane toru.

Puuraugu seinad on nüüd vooderdatud metalltoruga ega varise.

Maapõues on aga palju vett sisaldavaid kihte. Vesi imbub puuraugu seinte ja manteltoru vahele, ujutades üle naftakihi ja rikkudes naftaleiukoha.

Puurauk tuleb isoleerida maa-alustest vetest. Selleks pumbatakse manteltoru ja puuraugu seinte vahelisse ruumi tsemendimörti.

Puuraugu jaoks on vaja palju tsementi. Iga puurauk nõuab viissada ja rohkem tunni kõrgeväärtuslikku portland-tsementi. Tünnis on tsementi sada seitsekümmend kilogrammi. Tähendab, igale puuraugule tuleb kulutada keskmiselt kaheksakümmend viis tonni tsementi.

Tsemendimört pumbatakse manteltorusse. Ta ulatub eeni. Manteltorude kolonni alumises osas asub avadega torujätk. Läbi nende avade surutakse tsement savilahuse abil manteltorude ja puuraugu seinte vahelisse ruumi ja tõuseb ülespoole, kuni katab üksteise järel kõik vett sisaldavad kihid.

Lõpuks on puurauk tsementeeritud, kolonn kontrollitud ja kindlaks tehtud, et vesi on korralikult suletud. Puurijad vestlevad rõõmsalt omavahel. Töö lõpp on lähedal. On üle jäänud avada naftakiht ja seejärel anda uus nafta-puurauk üle nafta tootmisega tegelevatele töölistele — puuraugu ekspluateerijatele.

Uuesti lastakse puurauku puurtorud väiksema peitliga. Selle peitliga puuritakse läbi tsementkork, viimased meetrid naftakihi kattest ja mõned meetrid naftakihti ennast.

Naftakihte ei avata igal pool ühesuguselt. Avamise moodus sõltub sellest, kas naftakihis on vett või mitte, valitsevast rõhust, naftakihi olukorrast ja muudest tingimustest.

Naftakiht on avatud. Puurtorud eemaldatakse puuraugust. Nende asemele lastakse puurauku ekspluatatsioonitorude kolonn. Nüüd on üle jäänud ainult puurauk puhastada ja anda ta ekspluatatsioonile.

Puurauk puhastatakse erilise ämbriga, kolviga või kompressoriga.

Piklik ämber lastakse puurauku, kus ta täitub savilahusega, ja tõstetakse üles. Sellel operatsioonil on peaaegu saja aasta jooksul säilinud nimetus — ammutamine.

Ämbriga ammutatakse puuraugust lahust, et avada nafta teed.

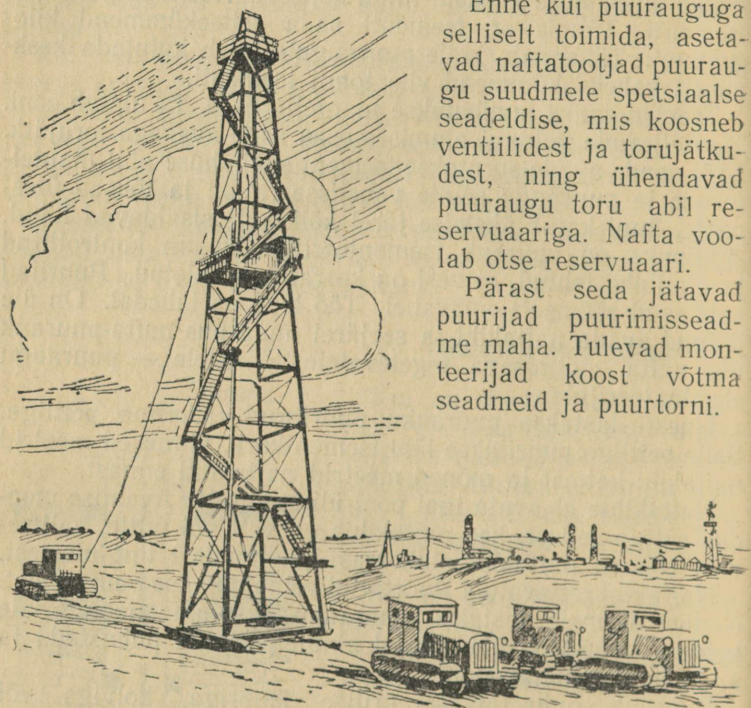
Juhtub, et nafta asub lademes suure rõhu all.

Lademes valitsev rõhk on täpselt võrdne savilahuse samba rõhuga. Sel juhul ei tohi ammutada. Puurauku pumbatakse vett, et asendada sellega savilahust, lastakse alla fontäänitorud ja nende kaudu pumbatakse puurauku gaasi või õhku.

Vedelikusammas muutub seetõttu kergemaks. Kui lademe

rõhk ületab vedelikusamba rõhu, siis paiskub puuraugust välja naftafontään.

Kuid ärge erutuge: nafta ei kalla üle töölisi, ta isegi ei piserda neid.



Enne kui puurauguga selliselt toimida, aseta-
vad naftatootjad puurau-
gu suudmele spetsiaalse
seadeldise, mis koosneb
ventiilidest ja torujätku-
dest, ning ühendavad
puuraugu toru abil re-
servuaariga. Nafta voo-
lab otse reservuaari.

Pärast seda jätavad
puurijad puurimissead-
me maha. Tulevad mon-
teerijad koost võtma
seadmeid ja puurtorni.

Hüigelpuurtorni veetakse hõlpsasti traktorite abil.

Viimasel ajal on loobutud puurtornide lahtivõtmisest. Neid veetakse tervikuna «uuele punktile», nagu ütlevad puurijad, s. o. uue puuraugu puurimise kohale.

Kuulsad puurimismeistrid

Puurimismeistrite töö on vähemärgatav.

Nende töövili ei kerki paljukorruselise majana ega lahku konveierilt läikiva masinana või autonä, vaid jääb maa-
põue sügavusse.

1946. aastal ehitati Saraatovi—Moskva gaasijuhe. Gaasijuhtme ehitajad paigaldasid ja keevitasid lühikese ajaga kokku kaheksasaja kilomeetri pikkuse torujuhtme ning Moskva hakkas saama suurepäraselt Saraatovi gaasi.

Gaasijuhtme ehitajate tööst kirjutati palju ajalehtedes ja ajakirjades. See oli ka õige, sest nii said kõik teada ehitajate kangelaslikust tööst.

Naftatootjad puurisid sel ajal puurauke.

Iga puuritud puuraugu vooderdasid nad torudega, tsementeerisid tunduva osa puuraukudest ning lasksid puurauku eksploatatsioonitorud. Torud keevitati, enamasti aga kruviti kokku, hoides neid rippuvaina.

Selle aja jooksul, kui ehitajad aetasid kohale Saraatovi—Moskva gaasijuhtme, paigutasid naftatootjad maa alla umbes kaks tuhat kilomeetrit torusid.

Praegu puurivad puurimismeistrid palju kordi rohkem kui 1946. aastal. Mitte kahe miljoni, vaid paljude miljonite meetrite ulatuses puurivad nad maakoort, murdes läbi kõvade kivimimassiivide teed naftaleiukohtadeni.

Puuraukudeta ei saa naftat, kuid naftat vajame me ikka rohkem ja rohkem.

Seda teavad puurimistöölised. Seepärast võitlevad nad väsimatult puuraukude rajamise kiiruse suurendamise eest, selle eest, et iga puuraugu puurimine tuleks riigil odavam, et eeskujulikult kasutataks esmaklassilist tehnikat, mida neile on andnud riik.

Sajad ja tuhanded novaatorid — eesrindlikud meistrid, puurijad ja töölised — näitavad töös üha paremat ja paremat eeskujut.

Paljudele neist on omistatud kõrged autasud.

Meistrid-novaatorid I. D. Kuprijanov, Usta Baba Pir Mamed ja A. S. Hrištšanovitš kannavad sotsialistliku töö kangelase austavat nimetust, P. P. Balabanov, Mamed Beli, A. I. Orlov ja Aga Neimatulla Stalini preemia laureaadi nimetust.

Nad töötavad meie kodumaa üksteisest kaugel asuvates rajoonides. Meister A. S. Hrištšanovitš puurib puurauke Maikopi naftatööstuses. P. P. Balabanov ja I. D. Kuprijanov puurivad raskeid, järeleandmatuid kivimeid Baškiiria tööstustes. A. I. Orlov, Usta Baba Pir Mamed ja Aga Neimatulla rajavad teed naftani Aserbaidžanis.

Tuhanded kilomeetrid eraldavad neid üksteisest, kuid nende püüdlused ja töötulemused on ühesugused. Aastast

aastasse töötavad nad välja üha uusi võtteid nafta-puur-
aukude puurimiseks kiirmeetodil.

Nende jälgedes käivad, sagedasti neid näitajate poolest
ületades, paljud eesrindlikud puurimisbrigaadid.

Eesrindlikud brigaadid puurisid 1952. aastal üleplaani-
selt rohkem kui 100 000 meetrit — 422 puurauku. 1953. aastal
andsid nad üle plaani juba rohkem kui 700 000 meetrit.

Võitlus käib siin iga sentimeetri eest, Teise Bakuu töös-
tustes aga, kus kivimite kõvadus ületab raua kõvaduse, iga
millimeetri eest.

Eesrindliku brigaadi suure tootlikkusega töö esimeseks
tingimuseks on brigaadi liikmete head tehnilised teadmised.
Nende ülesandeks pole ainult masinate, pumpade, mooto-
rite ja aparaatide tundmine ja hooldamine.

Nad ei määra puurimise käiku huupi, vaid arvutuste ja
käsiraamatute abil, kasutades valemeid, määravad peitli
lubatava koormuse ning maksimaalse pöörlemiskiiruse.

Mitte õnnelik juhus, vaid teadmised ja kogemused abis-
tavad eesrindlikke puurimismeistreid nende töökangelas-
tegudes. Näiteks puuris meister R. Allajarovi komsomoli-
brigaad Baškiirias 1952. aastal kõvades kivimites
8297 meetrit. 1953. aastal aga saavutas sama brigaad puu-
rimiskiiruse 1836 meetrit kuus, samal ajal kui selle rajooni
keskmine kiirus oli 500 meetrit kuus.

Joondudes eesrindlike meistrite ja brigaadide järgi, suu-
rendavad kõik puurijad kuust kuusse puuraukude rajamise
kiirust, püüdes ennetähtaegselt täita riiklikku plaani nafta
tootmise alal.

NAFTAKIHI SALADUSED

Kuidas avastatakse maa-aluse maailma seaduspärasused

Lõpuks on puurauk valmis. Tugev terastoru ühendab naftakihti maapinnaga.

Näib, nagu oleks peamine tehtud ja nagu jääks nüüd üle ainult toota naftat: kui ta väljub ise fontäänina, siis juhtida reservuaaridesse, kui aga ise ei välju, siis käivitada pump ja pumbata välja.

Tegelikult pole see aga siiski nii. Saada naftat kihist võimalikult odavamalt ja rohkem polegi nii lihtne. Naftat sisaldav kiht on nafta varakamber, kuid nafta on selles varakambris väga keerukalt varjatud. Seepärast on varakambrini jõudmine ja tema ukse avamine ainult pool tööd.

Naftavarasid ei kaitse maapõue sügavustes mitte üksnes maakoore võimsad kihid.

Nafta õigeks tootmiseks naftakihist on tarvis õppida tundma seaduspärasusi, mis määravad naftakihis valitsevad tingimused ja tema energiasisalduse, ning kasutama neid seaduspärasusi inimese huvides.

Nafta tootmise kogu ajalugu peegeldab naftatootjate visa ja järeleandmatut võitlust loodusjõududega. Selles võitluses saavutasid nõukogude naftatootjad silmapaistvaid võite. Nad avastasid paljud naftakihis valitsevaid tingimusi määravad seaduspärasused ning nafta, vee ja gaasi liikumise seaduspärasused maapõue sügavustes. Paljuaastaste uurimiste ja laialdase praktika alusel rajasid nad uued teadusharud — naftakihi füüsika ja maapõue hüdraulika¹

Siin, nagu peaaegu kõikidel teistel naftaasjanduse aladel, on nõukogude teadlased silmapaistvaid edusamme saavutanud sagedasti hoopis varem kui teiste maade teadlased.

¹ Hüdraulika — teadusharu, mis uurib vedeliku liikumise ja tasakaalu seaduspärasusi. Maapõue hüdraulika uurib vedeliku liikumise seaduspärasusi Maa poorsetes kivimites.

Võrdleme naftauuri ja astronoomi tööd. Nii üks kui teine õpib tundma meid ümbritsevat maailma. Naftauuri olukord on aga tunduvalt raskem.

Astronoom on varustatud võimsate teleskoopidega. Nende abil tungib ta maailmaruumi kaugustesse. Ta pildistab meie silmadele nähtamatuid tähti. Ta kirjeldab nende ehitust, määrab nende vanuse ja tee, mida mööda nad liiguvad lõputus ruumis.

Ta teeb kindlaks tähtede maailma keerukad seaduspärasused, nähes seda maailma.

Naftauurijad tunnetavad maapõue sügavustes valitsevaid seaduspärasusi, kuid nad ei saa neid sügavusi näha.

Maapõu pole meie silmale ligipääsetav. Mingisuguste vahenditega pole võimalik näha meie silmade eest kahe ja kolme tuhande meetri paksuse massiiviga varjatud kivimeid.

Osutub aga, et on siiski võimalik teada saada, mis seal toimub.

Naftauurijad leiutasid aparaadid, mis võimaldavad neil saada kõiki vajalikke andmeid maa-aluse maailma läbi- paistmatust pimedusest.

Naftauurijade allmaa-aparaadid ei sarnane astronoomide teleskoopidega.

Astronoomide teleskoobid kujutavad endast keeruka läätse ja peeglite süsteemiga varustatud torusid.

Naftauurijade allmaa-aparaadid koosnevad enamasti mitmesugustest üksikseadmetest.

Nende aparaatide ja matemaatiliste arvutuste abil selgitavad naftauurijad järgmisi küsimusi:

kui palju naftat on naftakihis;

missugused tegurid soodustavad nafta toomist maapinnale ja missugused tegurid takistavad nafta juurdepääsu puuraukudele;

missugune naftakihi eksploateerimise režiim on kõige sobivam selleks, et saada rohkem naftat;

kui palju puurauke tuleb antud kihti puurida, et saada rohkem naftat väiksemate kulutuste juures.

Kaua aega arvati, et naftat saadakse maa-alustest järvedest.

«Kivisüsi paikneb kihtidena, nafta aga järvedena,» targetati varem.

Selline arvamus naftaleiukoha kohta kehtis seni, kuni naftauurijad polnud õppinud maapinnale tooma naftat sisaldava kihi proove ja kuni polnud avatud mõned naftakihid.

Kui see toimus, nägid naftauurijad selgesti, kuidas nad olid eksinud oletades, et maapõues on naftajärved.

Maapõues pole mingisuguseid naftajärvi, vaid ainult naftaga läbi imunud liiva- või lubjakivid.

Naftat sisaldavates liivakivides esinevad lõhed ja lubjakivides tühikud, mis on täidetud naftaga, kuid nad ei sarnane hoopiski järvedega.

Meie teadlased leidsid paljuaastaste uurimiste tulemusena, et nafta hulk, mida võib saada naftat sisaldavast kihist, sõltub naftakihti moodustavate kivimite füüsikalistest omadustest, kihis leiduva nafta, gaasi ja vee omadustest ning kihis valitsevatest tingimustest.

Sellisteks kivimite füüsikalisteks omadusteks on poorsus, läbilaskvus, naftaga küllastatuse aste, filtreerimisvõime jne.

Mistahes kivimi osakeste vahel on tühikud ehk poorid. Kõige rohkem poore on liivas ja liivakivis. Naftat sisaldivas kihis on poorid täidetud naftaga, veega ja gaasiga. On arusaadav, et mida suurem on kihi poorsus, seda suurem on temas naftavaru.

Läbilaskvuseks nimetatakse kivimite poolt teatavas ajaühikus rõhu all läbi lastava nafta hulka. Mida suurem on kihi läbilaskvus, seda rohkem naftat võib saada puuraugust ühe ja sama rõhu juures, mis valitseb kihis, ja seda vähem puurauke on tarvis antud kihti puurida.

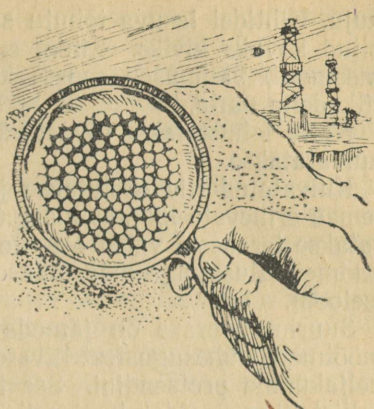
Pärast leiukoha avastamist määravad naftauurijad eelkõige nafta varud leiukohas.

Kuidas teada saada, kui palju naftat on kihis?

Naftat sisaldava kihi pindala ja tema paksuse määravad naftauurijad luure-puuraukude puurimisega. Teades kihi pindala ja paksust, saab arvutada tema mahtu.

Kihi kivimite poorsus määratakse väljavõetud kivimiproovide järgi.

Proovidel on silindriliste, nagu lihvitud kivilambakeste



Iga kivimi osakeste vahel on tühikud — poorid.

kuju. Kihtidel lasuva tohutu surve tõttu on isegi liiv presitud kõvaks kiviks. Kihist eraldatud, naftat sisaldav liiv meenutab välimuselt musta kivi, millest kohati immitseb tilkadena nafta.

Nafta lahustatakse liivast välja ning liiv puhastatakse ja kuivatatakse.

Kuivatatud liiv sõelutakse ja määratakse, kui palju on temas erinevate läbimõõtudega liivaterakesi. Seejärel määratakse terakeste vahel olevate pooride üldine maht. Nende andmete alusel aga määratakse juba poorsus ja filtratsiooni iseloom.

Suurim poorsus on jämedateralisel liival, mis koosneb mõõtmelt ühesugustest liivateradest. Mõnikord ulatub see neljakümne protsendini. See tähendab, et iga kuupmeeter sellist liiva sisaldab kuni nelisada liitrit naftat.

Vigade vältimiseks võtavad naftauurijad kivimite proove kihi mitmesugustest kohtadest. On konstrueeritud erilised proovivõtjad, mis säilitavad naftat sisaldava kivimi proovi maapinnale toomisel maa-aluse temperatuuri ja rõhu.

On tarvis veel teada kihi naftaga ja veega küllastatuse astet. Küsimus on selles, et mitte kõik kihi poorid pole täidetud naftaga. Osa poore on täidetud gaasiga, osa veega. Kihi naftat sisaldavast osast võetud kivimiproovide küllastusastet nafta ja vee suhtes määratakse NSV Liidu Teaduste Akadeemia Naftainstituudis välja töötatud spetsiaalsete aparatuuridega.

Naftauurijatel on tähtis teada saada ka liivade mineraaloloogilist ja keemilist koostist. Kui analüüs näitab kivimi koostises lahustuvaid aineid, näiteks lubjakivi, rauaühendeid jne., siis saab hiljem suurendada kihi läbilaskvust, pumbates sinna mitmesuguseid happeid ja lahustades neid mineraale. Hapetes lahustunud mineraalid tulevad koos naftaga maapinnale. Naftast on lahus kergesti eraldatav.

Veel on aga vara arvutada naftavarusid ja koostada plaani naftakihi töötlemiseks. On tarvis teada, kas nafta imbub kivimit mööda puurauguni.

Selleks otstarbeks kasutatakse keerukaid aparate, mille abil saadakse teada, kuidas imbub nafta ja gaas mitmesugustel rõhkudel läbi kivimi.

Tuleb ette, et kihi poorsus on suur, kuid üksikud liivaterad on tugevasti seotud tsementeeriva ainega. Nafta ja gaas läbi sellise kivimi ei liigu. Harilikul viisil naftat sel-

lisest kivimist kätte ei saa, kuid naftatootjad leiavad meetodeid nafta vabastamiseks ka niisugusest kivimist.

Ühes suuremas Gruusia naftaleiukohas esineb peenike liiv koos saviga. Naftat on kihis palju, kuid liiv on peaaegu läbilaskmatu. Naftauurijad leiutavad meetodeid liiva läbilaskvuse suurendamiseks.

Ühes leiukohas esineb hea jämedateraline liiv. Poorsus ja naftavarud on suured, kuid nafta ei voola puuraugu eesjuurde, sest ta on liiga viskoosne. Siin tuleb naftatootjatel hoolitseda nafta viskoossuse vähendamise eest.

Igas leiukohas kohtavad naftatootjad ikka uusi üllatusi. Ja kui nad ei toodaks naftat teaduslikel alustel — kihis leiduva nafta, vee ja gaasi liikumise uurimise alusel —, vaid huupi, siis ei toodaks nad pooltki sellest naftast, mida nad annavad meile praegu.

Rõhk maapõue sügavustes

Koolis füüsikat õppides saame teada, mis on valgus, soojus, jõud ja hääli. See on üldine füüsika.

Hiljem tekkisid füüsika mitmesugused spetsiaalkursused. Päril hiljuti loodi üks füüsika spetsiaalharu — naftakihi füüsika. Selle füüsikaharu loojateks on nõukogude teadlased.

Selles füüsikaharus saavad seni tumedad ja ebaselged maa-aluse maailma nähtused selge väljenduse täpsetes matemaatilistes valemities.

Füüsika koolikursusest teame, et rõhk veealustes sügavustes kasvab seaduspäraselt — 1 atmosfäär iga 10 meetri kohta. Kui mere sügavus on 200 meetrit, siis on rõhk põhjas 20 atmosfääri; 2000 meetri sügavusel on rõhk 200 atmosfääri. Lihtne ja selge.

Hoopis teisiti on lugu maa all.

Naftauurijad on tuhandeid kordi mõõtnud rõhku naftakihtides, mis paiknevad erinevates sügavustes. Mingisugune keskmine rõhu ja sügavuse olenevus on leitud.

See on samuti 1 atmosfäär iga 10 meetri kohta.

Seda seaduspärasust ei saa aga praktikas kasutada, sest ta kõigub erinevates rajoonides. Eriti järsku muutub rõhk kihis siis, kui temast toodetakse naftat. Seejuures on muutumine ebakorrapärane: ühes kihis langeb rõhk kiiresti, teises aga aeglaselt.

Naftat sisaldavas kihis valitseva rõhu mõõtmine on keerukas ja tülikas ülesanne. Naftaväljadel esineb puurauke,

kust nafta purskub fontäänina. Sellise puuraugu seadmete juures on alati manomeeter.

Vaadates fontäänpuuraugu armatuuril oleva manomeetri osutit, mis võibiseb arvu 4 juures, mõtleb ekskursant pettunult:

«Kui nõrk fontäänike! Rõhk kihis on ainult neli atmosfääri!»

Tegelikult näitab manomeeter ainult rõhku nafta väljumisel puuraugust. Ta ei näita isegi kümnendikku rõhust, mis valitseb naftakihis. Et teada saada rõhku kihis, tuleb manomeetri näidule liita puuraugus oleva vedelikusamba rõhk. Kui puuraugu sügavus on 1200 meetrit, siis on see rõhk 100 atmosfääri. Nüüd pole enam raske arvutada, et rõhk kihis on üle 100 atmosfääri. Tuleb välja, et fontään polegi nii nõrk.

Aga kuidas teada saada kihi rõhku, kui fontääni ei ole? See oleks lihtne, kui naftasammas tõuseks puuraugu suudmeni. Kuid naftat pole näha ja pole teada, missuguses sügavuses ta paikneb. Seepärast mõeldavad naftatootjad aegajalt kõikides puuraukudes naftasamba kõrguse või, nagu nad ütlevad, määravad nafta nivoo puuraugus.

Allmaa-kajalood

Kaua aega mõõdeti nafta nivood puuraugus esiisade viisil.

Puurauku lasti kõie otsas piklik ämber, algul väiksesse sügavusse, umbes viiekümne meetri sügavusele puuraugu suudmest. Ämber tõmmati välja ja vaadati, kas ta tõi naftat kaasa või mitte. Ämber väljus kuivana. Jälle lasti ta alla, kuid sügavamale, umbes saja meetri sügavusele. Jälle jäi ämber kuivaks ja lasti uuesti alla, iga kord ikka sügavamale ja sügavamale.

Korraga tuli ämber täitununa naftaga. Jälle pahasti: lasti liiga sügavale. Tuleb veel kord alla lasta, kuid natuke kõrgemale.

Nii püüti pimesi nivood, kulutades ühele puuraugule terveid päevi.

Nõukogude naftatootjad ei saanud leppida sellise barbaarse aja ja tööjõu raiskamisega.

Insener V. P. Jakovlev konstrueeris aparaadi nivoo mõõtmiseks. Jakovlevi aparaadi põhimõte on sama: puurauku

lastakse kõie otsas ämber või ujuk. Kogu protsess on aga mehhaniseeritud ja ämbri või ujuki kokkupõrke moment naftaga registreeritakse otsekohe.

Kogu seadeldis ämbri allalaskmiseks ja mõõtmiseks on mugavasti paigutatud veoautole.

Nafta nivoo mõõtmise kõrval määrab Jakovlevi aparaat puuraugu ja tema ee seisukorda. Jakovlevi aparaat on praegu naftatööstuses laialdaselt kasutusel. Nivoo mõõtmiseks Jakovlevi aparaadiga kulub aga samuti teatav aeg.

Naftatootjad asusid veelgi lihtsamate ja kiiremate meetodite otsingutele ja lõpuks leidsidki niisuguseid meetodeid.

Juba kaua oli täheldatud üht huvitavat nähtust. Puuraukudes koguneb nafta pinnale alati gaasi. Et puuraugu suue on suletud, siis tõuseb temas rõhk.

Kui suue järsku avada ja kohe sulgeda, siis väljub gaas puuraugust nagu püssirauast ja rõhk puuraugus langeb järsult, kuid mõni aeg pärast suudme sulgemist kostab puuraugu sügavusest kume löök ja rõhk tõuseb järsult.

Suudme järsk avamine kutsub esile rõhuline, mis sarnaneb helilainega, levib kiiresti allapoole, kus ta põrkab kokku naftaga, ja pöördub tagasi.

Naftatootjad konstrueerisid aparaadi, mille abil puuraugus kutsutakse esile rõhuline, mõõdetakse tema liikumise kiirus ja määratakse nafta nivoo.

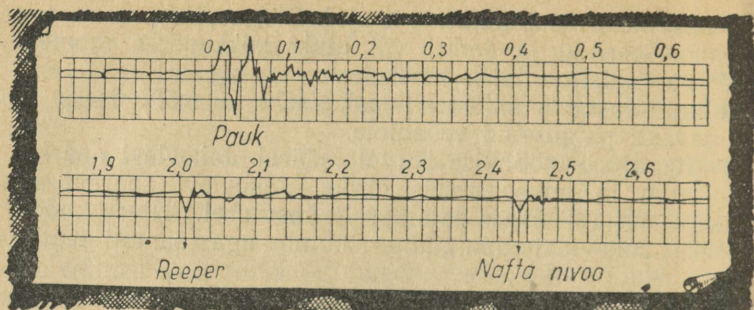
Nivoo mõõtmine lihtsustus, kuid nõukogude naftatootjad on väsimatud. Nad jätkasid ja jätkavad ka praegu puuraukude uurimise täiuslikumate meetodite otsinguid.

Selleks otstarbeks kasutasid nad heli kiirust. Heli kasutavad meteoroloogid stratosfääri uurimiseks, meremehed vee sügavuse mõõtmiseks. Miks ei võiks heli kasutada ka maa-aluste sügavuste mõõtmiseks?

Tõsi küll, naftatootjad kohtasid siin kohe raskusi. Heli tuli juhtida puurauku, kuid puuraugus on ebaühtlase koostisega gaas. Heli levimise kiirus on erinevates gaasides erinev.

Ohus levib heli kiirusega 330 meetrit sekundis, metaanis aga kiirusega 460 meetrit sekundis, pentaanis kiirusega 163 meetrit sekundis jne.

Puurauk on täidetud mitmesuguste gaasidega — metaaniga, etaaniga, propaaniga, butaaniga jne.; peale selle on gaas puuraugus jaotunud ebaühtlaselt: ülespoole on kogu-



Helikõverate järgi mõõdetakse nafta nivood puuraugus.

nenud kergemad, allapoole raskemad gaasid, kusjuures läbi raskete gaaside kihi kerkivad pidevalt ülespoole naftakihist väljuvad kerged gaasid.

Saab täpselt määrata «keskmise» gaasi ja heli levimise keskmise kiiruse gaasis, kuid see on tülikas.

Insener Snõtkin leiutas mehaanilise kajaloodi, mis ise arvutab heli liikumise kiiruse puuraugus ja kirjutab selle üles.

Puuraugu kohal tekitatakse pneumaatilisel teel pauk.

Samaaegselt lülitatakse tegevusse elektriline «kõrv», mis on paigutatud puuraugu suudme kõrvale. «Kõrv» püüab kinni kõik helid, mis väljuvad puuraugust pärast pauku, ja annab nad pidevalt edasi võimendajasse, võimendaja aga isekirjutaja sulele. Sulg joonistab helide kõvera paberlinnile, mis liigub kiirusega 100 millimeetrit sekundis. Arvud lindil tähistavad aega sekundites.

Puuraugust väljuvad helid, mis tekivad peegeldumisel igasugustelt ebataasustelt, terastorusid ühendavate muhvide astangutelt ja nafta pinnalt. Need helid märgib sulg üles.

Enne mõõtmist lastakse puurauku teatud sügavusele väike takistus heli tekitamiseks, mida nimetatakse reeperiks.

Reeper peab tekitama tugevama heli kui muhvid.

Reeperi abil saab arvutada kiirust, millega levib heli puuraugus, sest reeperi sügavus on teada.

Eeldame, et reeper oli lastud 500 meetri sügavusele. Reeperi koht on lindil märgitud 2,03 sekundi järel (vaata lindilt). Täheendab, heli kiirus on $500:2,03$, s. o. 246,3 meet-

rit sekundis. Nafta nivoo on lindil märgitud 2,44 sekundi kohal. Korrutades 246,3 ja 2,44, saame nafta nivoo sügavuseks 600 meetrit.¹

Manomeeter-automaat

Pärast nafta nivoo määramist pole raske arvutada rõhku kihis, kust toodetakse naftat. Siiski on see arvutus ebatäpne. Naftatootjad aga ei armasta ebatäpsusi, sest ebatäpsed andmed veavad alati alt, mõnikord aga põhjustavad suuri pahandusi.

Nafta nivoo määratakse seepärast harilikult teisel eesmärgil: et teada saada, kui sügavale lasta pump või kompressor torud ja missuguse kiirusega naftat välja pumbata.

Kihi rõhku mõõdetakse sügavmanomeetritega. Naftatootjate sügavmanomeeter on väga «taibukas» aparaat. Ta teeb kõik ise: mõõdab rõhku kogu puuraugu ulatuses ja joonistab selle kohta diagrammi, sooritades kõik need toimingud maa all, puuraugus.

Manomeeter kujutab endast väikest toru. Torusse on paigutatud kellamehhanism, manomeeter, sulg tindiga, trummel ning terve vedrude, kruvide ja völlide süsteem.

Manomeeter lastakse puurauku terastrossi otsas, kuni ta jõuab puuraugu eeni. Seejärel tõmmatakse ta uuesti maapinnale.

Nüüd jääb ainult üle diagrammi aparaadist välja võtta aga lugeda, missugune rõhk valitseb mitmesugustes sügavustes ja ees.

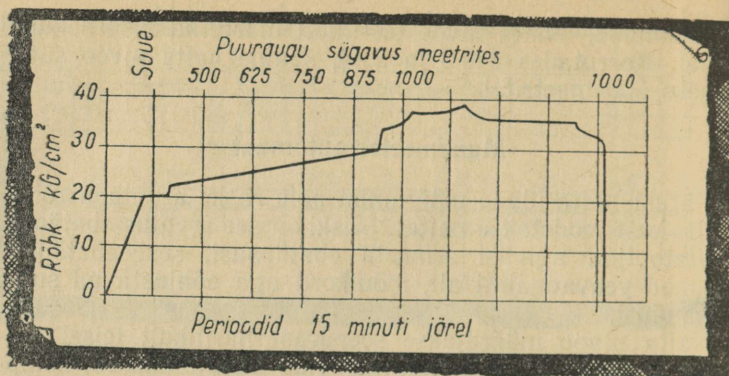
Püüame sellist isekirjutavast manomeetrist välja võetud diagrammi lahti mõtestada.

Kui manomeeter lasti puurauku, võrdus rõhk nulliga (manomeeter näitab ülerõhku). Puuraugu suudme juures aga märkis sulg kohe 20-atmosfäärist rõhku.

Algul lasti manomeetrit puurauku kiiresti, viieteistkümne minuti jooksul 500 meetrit, edasi aga aeglasemalt — 125 meetrit viieteistkümne minuti jooksul.

Sügavuse kasvamisel tõusis rõhk puuraugus aeglaselt, ulatudes 875 meetri sügavusel peaaegu 30 atmosfäärini.

¹ Paugu momendist peale kuni reeperile vastava hälbe saamiseni lindil peab heli sooritama kahekordse teekonna, s. o. puuraugu suudmest reeperini ja tagasi. Käesolevas arvutusnäites on antud heli «ühe otsa» aeg, mis lihtsuse mõttes on kantud lindile. Tegelik aeg on kaks korda pikem. *Tõlk.*



Kõver näitab rõhku kogu puuraugu ulatuses.

Puuraugu ees, s. o. 1000 meetri sügavusel, tõusis rõhk peaaegu 40 atmosfäärini. Ees hoiti manomeetrit üks tund, et veenduda, kui püsiv on seal rõhk.

Diagramm näitab meile mitte ainult ee, vaid kogu puuraugu rõhku.

Sügavmanomeetriga mõõdetakse rõhku kuni kümnendiku atmosfääri täpsusega.

Naftatootjatel on palju aparate.

Pidevalt tuleb jälgida temperatuuri kihis ja puuraugus.

Temperatuur annab märku vee lähenemisest puuraugule. Ta signaliseerib vee sissemurdmisest naftakihti kõrgemal asetsevatest veekihtidest, s. o. manteltoru ja puuraugu seinte vahel oleva tsemendikihi purunemisest.

Väsimatult tuleb jälgida vett kihis ja puuraugus. Vee proovid viiakse iga päev tööstuse laboratooriumi, kus määratakse, kas see vesi on pärit samast kihist või on võõras, s. o. sisse murdnud kuskilt mujalt.

Kui proov näitab võõra vee sissemurret, siis määravad naftatootjad sissemurde koha ja sulevad selle. Seda tehakse kiiresti, sest muidu võib vesi sattuda naftakihti, ujutada selle üle ja tõrjuda nafta puuraugust eemale.

Pidevalt uuritakse koos naftaga kihist väljuvat gaasi.

Gaasi koostise muutumine teatab naftatootjatele kihi olukorra muutumisest.

Kõikideks nendeks mõõtmisteks on olemas lihtsamad ja keerukamad, suuremad ja väiksemad aparaadid.

Kaasaja naftatööstus sarnaneb hiiglasliku laboratooriumiga.

Koos nafta tootmisega jälgivad ja uurivad tööstuse töötajad pidevalt naftakihi saladusi.

Kõikide uurimiste eesmärgiks on õigesti kasutada naftakihi energiat, saada temast võimalikult rohkem naftat.

NÕUKOGUDE TEADUS NAFTATOOTMISEST

Meie eelised

Vanal kapitalistlikul Venemaal toimus naftaleiukohtade töötlemine kummalisel viisil. Iga leiukoht jaotati suureks hulgaks maatükkideks ja need maatükid müüdi.

Kõikide maatükkide ostmiseks oleks olnud vaja väga palju raha. Peale selle oleks olnud väga riskantne paigutada suuri summasid naftatööstusse. Esines küllalt palju juhtumeid, kus leiukohast purskus võimas naftafontään, töösturid tõttasid leiukohale nagu näljased hundid maitsvale lihatükile ja puurisid puurauke, kuid ükski neist ei andnud naftat.

Seepärast müüdi maatükke rohkem jae kui hulgi. Iga tööstur ostis ühe kuni kaks maatükki. Sageli juhtus, et ühest leiukohast tootsid naftat kümned ettevõtjad.

Kapitalistlikes maades töödeldakse paljusid naftaleiukohti veel praegugi sellisel viisil.

Niipea kui avastatakse uus naftaleiukoht, haaravad suured ja väikesed kapitalistid endale maatükke ja hakkavad palavikulise kiirusega otsekohe puurima puurauke.

Igaüks püüab kiiremini jõuda naftani ja seda rohkem toota, seejuures isegi nii, et naabrile jääks vähem.

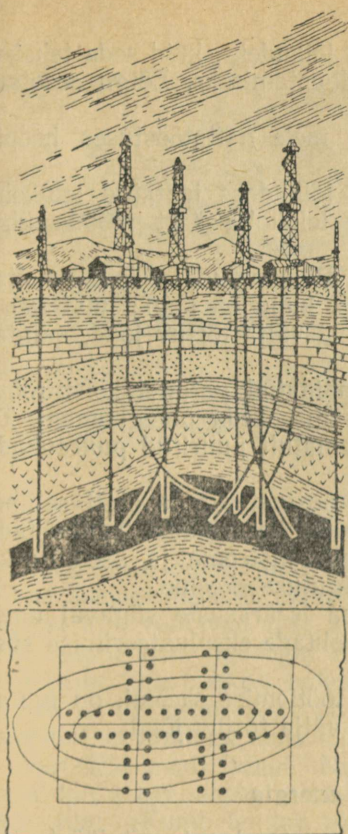
Naaber on kõige tülikam olevus.

«Kuhu läheb tema puurauk maa all? Pole näha. Aga järsku puurib ta kallakpuurangu otse minu maatüki alla!» — nii mõtleb iga maatükiomanik.

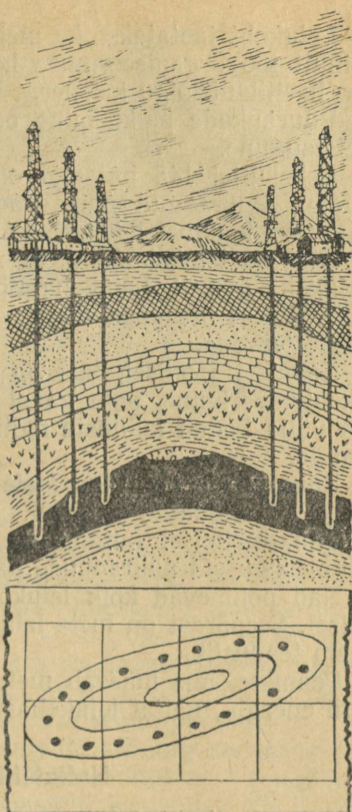
Ja igaüks otsustab:

«Et naaber ei võtaks ära minu naftat, pean ma kiiremini puurima kallakpuurangu naabri maatüki alla ja imema välja tema nafta.»

Nii algab naftaleiukoha röövekspluateerimine. Leheküljel 145 on vasakul näidatud naftaleiukoht sellise ekspluateerimise korral.



Nafta röövtootmine.



Naftaleiukohta ekspluateeritakse plaanipäraselt.

All on üksikuteks maatükkideks jagatud leiukoha plaan. Mustad punktid tähistavad puurauke. Nad on surutud üksteise vastu maatükkide piiridel. Ülal on naftapiirkonna läbilõige. Puuraugud on kimpudena lõikunud naftaleiukoha tuuma, tema tippu. Paljud puuraugud on kõverad, et imeda naftat naabermaatükilt.

Hoopis teisiti ekspluateeritakse naftaleiukohti Nõukogude Liidus. Meil on kõikidel naftaleiukohtadel üks peremees — meie suure kodumaa töötav rahvas. Seepärast ekspluateeritakse meil naftaleiukohti kui ühtset tervikut.

Leiukoht jaotatakse ka meil lõikudeks, kuid seda tehakse ainult töö organiseerimise hõlbustamiseks. Lõigu eesotsas on harilikult lõigu insener.

Puuraukude paiknemine on meie naftatööstuses hoopis teistsugune.

Leheküljel 145 paremal on lõikudeks jaotatud leiukoha plaan. Puuraugud paiknevad leiukoha äärt mööda ühesugustel kaugustel üksteisest.

Ülal on leiukoha läbilõige. Puuraugud toodavad naftat leiukoha äärtelt. Leiukoha tipp, kuhu on kogunenud gaas, s. o. naftat maapõue sügavusest välja tõrjuv jõud, säilitatakse tervena.

Eelmisel joonisel, kus on näidatud naftaleiukoha rööv-ekspluateerimine, pole gaasi näha. Teda polegi enam. Ta on välja lastud kümnete mõtlematult puuritud puuraukude kaudu.

Puuraukude paigutus meie tööstustes pole alati selline, nagu on näidatud joonisel. Meil kasutatakse leiukohtade ekspluateerimisel mitmesuguseid süsteeme ja seetõttu ka mitmesuguseid puuraukude paigutuse skeeme.

Nad põhinevad kõik leiukoha iseärasuste sügaval uurimisel. Seepärast on meie leiukohtade ekspluateerimise süsteem teaduslik.

Peamine, mis määrab meil töötlemise skeemi, on naftakihi energia, naftat leiukohast välja tõrjuv jõud.

Naftakihi energia

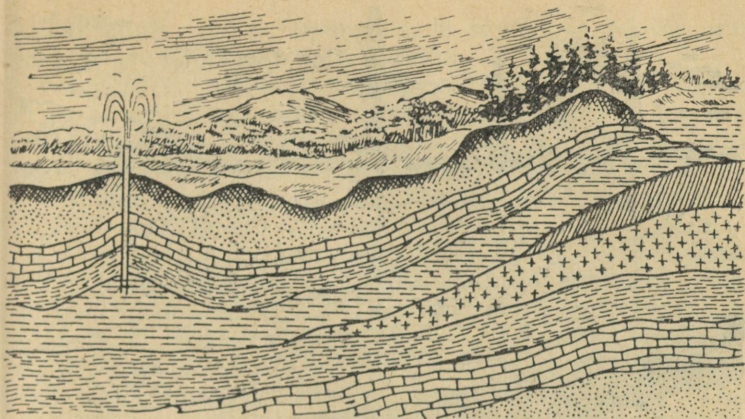
Kui palju kordi juhtus enne revolutsiooni naftatööstustes järgmist.

Töölised puurivad puurauku, tehes oma harjunud tööd, ega aimagi lähenevat ohtu.

Katastroof tuleb järsku, ootamatult nagu välg selgest taevast. Kõrvulukustava mürinaga hakkavad puuraugust lendama puurtorud. Kõveraks paindununa tõusevad nad keereldes õhku ja alla langedes purustavad puurtorni. Koos torudega paiskub puuraugust välja must sammas, mis koosneb väikestest naftaosakestest ja gaasist.

Juhuslikust raua löögist vastu rauda tekib väike säde. Sellest sädemest piisab, et muuta gaasiga küllastunud õli fontään märatsevaks tulesambaks.

Kõigest mõni sekund tagasi seisis siin rahulikult puurtorn ja töölised tegid oma tööd.



Veefontään.

Nüüd pole enam puurtorni, teda nagu poleks olnudki. Tema asemel purskub maapõuest saja meetri kõrgune leek, leegist aga voolavad igas suunas tulekeeled, mis sarnanevad sulametalli jõgedega. Ka töölisi pole. Kes ei jõudnud põgeneda, see hukkus, põles ära möllavate leekide meres.

See juhtus sellepärast, et inimesed ei tundnud naftakihi energiat, ei tundnud tema käitumise seaduspärasusi.

Naftakiht avati huupi. Niisugune toiming sarnanes sellega, kui keegi läheks raudteel vastu kihutavale rongile, et proovida: «Kumb lendab rööbastelt, kas mina või rong?»

Naftakihi energiasisaldus on tohutu.

Naftakiht paikneb sügaval maa all. Mida sügavamal on naftat sisaldav kiht, seda suurem on temas rõhk. Naftakihi peal asetsev paks kivimite soomus rõhub temale hiigeljõuga.

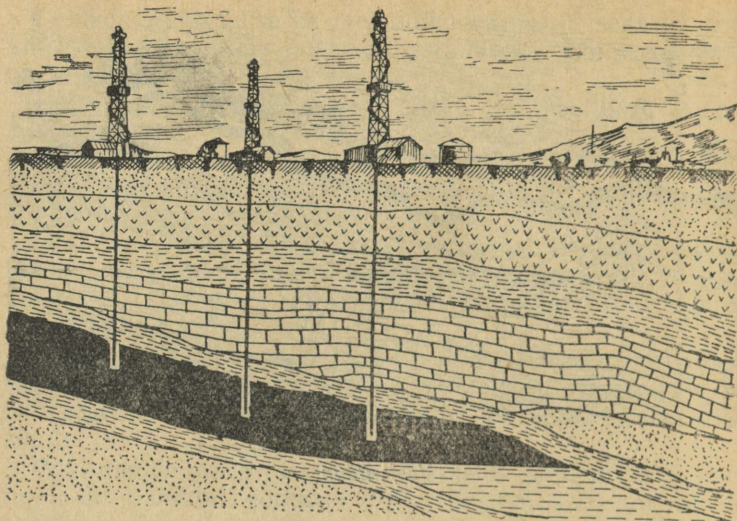
2000 meetri sügavusel on kivimite poolt avaldatav rõhk 200 atmosfääri.

Kihi avamisel tekivad seal uued võimsad energiaallikad.

Kaua aega inimene ei tundnud neid allikaid. Kaua uskusid naftauurijad Briggsi teooriat, mille kohaselt nafta paiskub välja kihis surve all oleva gaasi jõul.

Naftat sisaldavat kihti võrreldi narsaanipudeliga. See teooria osutus aga mitmes suhtes ebasobivaks.

Esimesena parandasid seda teooriat Groznõi naftauurijad eesotsas geoloogide V. M. Nikolajevi ja N. T. Lindtropiga.



Nafta tõrjutakse välja raskusjõu mõjul.

Nad tõestasid, et Groznõi lademetes on peamiseks dünaamiliseks jõuks mitte gaas, vaid vesi.

Naftat sisaldav kiht väljub kõrgel mägedes maapinnale. Seal tungib temasse kogu aeg mäestikujõgede ja jääliustike vesi. Vesi sunnib oma rõhuga naftat puuraugust välja tungima.

Groznõi lähedal künklikul kõrbemaastikul voolasid mäletamatutest aegadest peale kuumad tervistavad allikad. Kuuma vett koguti aukudesse ja tiikidesse. Siia sõitsid reumahaiged.

Gorjatševodskis viibisid Lermontov ja Lev Tolstoi. Nõukogude korra ajal hakati siin ehitama kuurorti.

Aastatel 1926—1927 aga lakkasid kuumad allikad ilma igasuguse nähtava põhjusega voolamast. Kuurordi ehitamine katkestati.

Kaua aega otsisid teadlased kuuma vee kadumise põhjusi. Lõpuks õnnestus V. M. Nikolajevil saladus lahendada.

Selgus, et kihid, mida mööda liikus kuum vesi, olid mõningates kohtades kurrulised.

Ühes sellises kurrus — antiklinaalis — Novogroznenski lähedal avastati nafta. Selle asemel, et minna Gorjatševods-

kisse, tungis vesi naftapuuraukude suunas ja tekitas oma rõhuga grandioosseid naftafontääne.

Nii avastati naftakihi veerõhurežiim. Kuid mitte kõikjal ei tõrju naftat välja vesi. Tuleb ette juhtumeid, kus kiht on igast küljest isoleeritud ja vesi ei tungi temasse. Nafta peal paiknev ja naftas lahustunud gaas aga on rõhu all.

On teada, mis juhtub, kui kruvida lahti gaasiballooni ventiil: gaas tungib vihinaga balloonest välja. Naftakihis on gaas hoopis suurema rõhu all kui tavalises balloonis. Komprimeeritud gaasi energiasisaldus on suur. Kui nafta-uurijad avastavad sellise leiukoha, siis öeldakse, et see lejukoht on gaasirežiimiga, ja vastavalt režiimile määratakse tema töötlemise meetod. Naftatootjad tunnevad ka naftakihte, kus pole gaasi- ega veerõhku, kuid kiht annab siiski naftat. See juhtub siis, kui nafta tungib puuraukudesse mööda kallakkihti raskusjõu mõjul.

Puuraukude asetus, nafta tootmise meetod ja kihi energia säilitamise meetod määratakse sõltuvalt kihi režiimist.

Kunstlikud fontäänid

Vesi on naftatootjatele nii vaenlane kui ka sõber. Kogu aeg hoiavad nad naftakihti vee eest. Nad lasevad maa alla kümneid mitmesuguseid aparate, mis valvavad vee järele ja jälgivad iga tema sammu, et ta ei pääseks nafta juurde.

Kõikides tööstustes töötavad päeval ja ööl mitmesugused auru-, elektri- ja keemilised seadmed toodetud nafta veest vabastamiseks. Tehased ei võta vastu vett sisaldavat naftat.

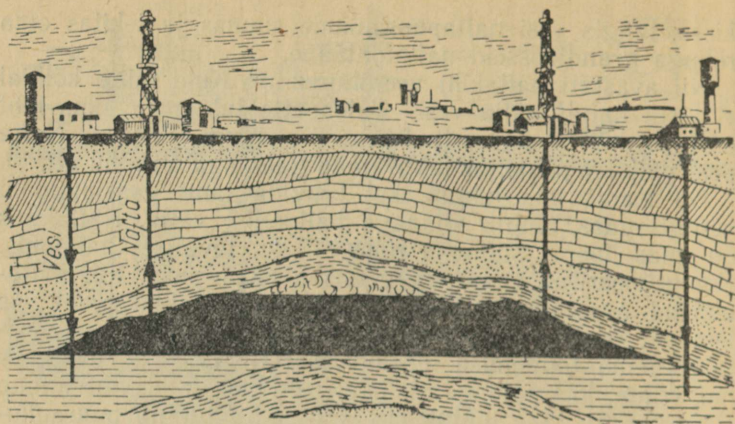
Tuimazõ naftatööstuses aga võtavad naftatootjad Iki jõest vett, filtreerivad seda ja pumpavad naftakihti.

Milleks seda tehakse? Selleks, et juba ekspluateerimise algusest peale rõhk naftakihis ei langeks.

Tuimazõs on palju naftafontääne. Iga tund annab iga fontään mitu tonni naftat.

Iga tunniga langeb rõhk kihis.

Naftatootjad arvutavad, et kui jätkata kihi ekspluateerimist vana viisi, siis ei jätku rõhku kauaks, fontäänid lakavad varsti ja tuleb minna üle pumpadele. Pumpade abil aga on naftat väga raske kätte saada. Kihis puudub rõhk, mis tõrjub naftat puurauguni leiukoha kaugematest osadest.



Vesi säilitab rõhku naftakihis.

Tuimazõ naftatootjad uurisid hoolega oma tohutu suurt naftakihti. Neile sõitsid appi Teaduste Akadeemia Naftainstituudi teaduslikud töötajad.

Joonistati leiukoha täielik kaart. Tohutu allmaareservuaar on täidetud naftaga läbi imbunud liivakiviga. Nafta all paiknevad vett sisaldavad liivakivid.

Puuraugu juurde tõrjusid naftat ja gaasi ainult jõud, mis tekkisid nafta, gaasi ja vee paisumisel. Need jõud olid suured, kuid kahanesisid väga kiiresti.

Oli tarvis säilitada neid jõude pika aja jooksul. Selleks otsustatigi pumbata naftat sisaldava kihi alumisse ossa vett lki jõest.

Säilitades rõhku kihis, tõrjub vesi temast kogu aeg naftat välja ja kihi looduslikke jõude peaaegu ei kulutata.

Naftauurijate arvestused osutusid õigeteks. Rohkem kui kaheksa aastat purskuvad Tuimazõ tööstuse puuraukudest võimsad naftafontäänid. Kui aga leiukoha rõhku poleks säilitatud, siis tänapäeval poleks sealt isegi pumpadega saadud naftat toota.

Nafta tootmine fontäänidega on odavaim meetod, kuid mitte ainult seda eelist ei andnud Tuimazõ naftatootjatele uus nafta tootmise meetod.

Seni saadi kihtidest kätte ainult kolmkümmend kuni nelikümmend protsenti neis sisalduvast naftast. Tekitades kihis kunstlikku rõhku, võivad naftatootjad kihist kätte saada

peaaegu kogu nafta. See aga on samavõrdne paljude uute naftaleiukohtade avastamisega.

Praegu ekspluateeritakse meil kõiki uusi naftaleiukohti rõhu säilitamisega. Ühes tööstuses pumbatakse leiukohta vett, teises gaasi, kolmandas õhku.

Kunstliku rõhu tekitamisega elustatakse vanad, kurnatud ja poolkurnatud leiukohad, mida loeti juba kasututeks.

Naftatootmistööstuse teine elu

Iga naftatootmistööstus elas varem läbi kolm perioodi. Esimene periood oli tööstuse sünn, mis järgnes leiukoha avastamisele. Nagu seemned kasvasid tööstuse piirkonnas asulad ja linnakesed, tööstuse territoorium kattus puurtor-nidega, kompressori- ja pumbajaamadega ning töökoda-dega.

Teine periood oli tööstuse õitseng.

Viimane, kolmas periood oli nagu inimesegi elus närtsi-mine, vanadus.

Algul annavad puuraugud palju naftat ja tekitavad fon-tääne. Seejärel fontäänide arv väheneb ja kasvab tootmine pumpade abil. Kolmandal perioodil töötavad tööstuses ainult pumbad. Fontääne enam pole ja ka pumbad annavad ikka vähem ja vähem naftat.

Lõpuks lakkavad pumbadki naftat andmast. Kas siis kogu nafta on ammutatud?

Selles ongi asi, et ei ole!

Naftat on kihis veel väga palju. Väga sagedasti jääb teda sinna niisama palju, kui palju teda sealt kätte saadi, mõni-kord aga isegi rohkem. Kihist toodeti kümme miljonit tonni naftat, kuid sinna jäi järele kaksteist miljonit tonni. Hari-like nafta tootmise meetoditega seda naftat kätte ei saa, sest on kadunud kihi rõhk.

Varem loeti seda naftat kaotsiläinuks. Tööstuses ohati selle nafta pärast, kuid ette võtta ei saadud midagi.

Nõukogude naftatootjad õppisid tootma ka seda naftat. Nad arutlesid järgmiselt: kui jalgratta või auto sisekumm läheb tühjaks ja ratta põid põrkab vastu kive, siis võtab jalgrattur või autojuht õhupumba ja pumpab kummi täis. Mõne minuti pärast on kumm täis ja sõit võib jätkuda.

Kui naftakiht on tühjaks jooksnud ega anna enam naftat, kas ei saaks siis kuidagi tõsta temas rõhku, näiteks pumbates temasse gaasi või õhku?

Nüüd tekitavad naftatootjad kunstlikku rõhku mitte ainult uutes leiukohtades, vaid ka vanades, kurnatud ja mahajäetud kihtides, elustades neid ja sundides neid uuesti naftat andma.

Seda nimetatakse sekundaarseks nafta tootmise meetodiks.

Üheks selliseks meetodiks on gaasi või õhu pumpamine kihti. Võimsad kompressorid pumpavad kihti ühe või mitme puuraugu kaudu kõrge rõhu all õhku või gaasi. Rõhk kihis tõuseb ja seni rahulikult paigal püsinud nafta hakkab liikuma puuraukude etesse.

Gaas võetakse teistest kihtidest või naaberleiukohtadest. Kui pole gaasi, siis pumbatakse puurauku õhku.

Širokaja Balka naftatööstuses hakati kihti pumpama õhku seitsmekümne viie atmosfäärise rõhu all. See oli 1945. aastal. Esimese poole aasta jooksul pumpati kihti kaheksa miljonit kuupmeetrit õhku. Toodangu langus tööstuses lakkas otsekohe pärast pumpamise algust. Seejärel hakkas naftatoodang algul aeglaselt, hiljem kiiresti tõusma. Kahest vanast, peaaegu mahajäetud puuraugust purskusid naftafontäänid.

Üks Malgobeki leiukohti oli konserveeritud, sest puuraukud ei andnud enam naftat ja kihi rõhk oli lähedane nullile.

Hakati pumpama gaasi. Neljateistkümne kuu pärast tõusis rõhk kihis kuni kahekümne viie atmosfäärini ja puuraukud hakkasid andma naftat.

Praegu pumpavad võimsad kompressorid juba kümnetes kurnatud leiukohtades õhku või gaasi naftakihtidesse ja tõrjuvad sealt välja säilinud naftat. Nii tehakse Bakuus Ordžonikidze-nimelises naftatööstuses, Krasnokamskis, Iljitši lahe ääres, Makatis Emba jõe ääres, Bori-Sus Põhja-Kaukaasias ja paljudes teistes rajoonides.

Naftatootjad saavad vanadest naftat sisaldavatest kihtidest veel ühe meeldiva lisandi — süsivesinikgaasi — isegi sel juhul, kui kihti pumbatakse õhku. Gaasist eraldatakse bensiin ja bensiinivaba gaas pumbatakse uuesti kihti.

Mõningatel juhtudel pole võimalik tõsta kihi rõhku gaasiga või õhuga. Kihi režiim on selline, et naftat saab välja tõrjuda ainult veega.

See meetod on keerukam. Vett pole raske kihti pumbata. Masinaehitajad annavad naftatootjatele mistahes pumbad, kuid palju tüli on vee endaga.

Kihi poorid on väga väikesed. Sagedasti on nad nähtavad ainult mikroskoobiga. Kui pumbata kihti harilikku jõe-, allika- või järvevett, siis suleb see kihi poorid, sest temas on palju mikroorganisme ja muda, temas leidub rauda, lupja jne.

Et tõsta nafta toodangut kurnatud kihist, tuleb kihti pumbata väga palju vett. Iga toodetava kuupmeetri nafta kohta on vaja naftakihti pumbata keskmiselt viisteist kuupmeetrit vett.

Seepärast puhastatakse vett enne kihti pumpamist, s. t. filtreeritakse ja töödeldakse leeliste ja hapetega.

Puhastatud vesi tõrjub nafta kihist välja. Algul ajab vesi nagu kolb nafta puuraukude juurde, seejärel peseb liiva läbi ja koos väljapestud naftaga läheb ise maapinnale. Siin eraldavad naftatootjad nafta veest. Nafta suunatakse tehasesse, vesi aga pumbatakse uuesti kihti.

Nii elustuvad uuesti naftatööstused, mis on juba läbi elanud oma kolmanda perioodi — vanaduse, täiesti maha jäetud ning kattunud rohuga ja isegi puudega. Nad annavad jälle naftat ja alustavad oma teist elu.

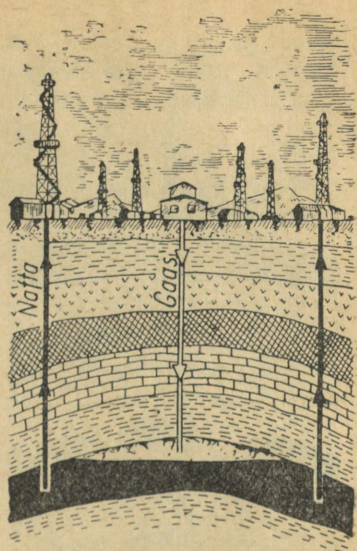
Sünnivad uuesti ka poolsada aastat tagasi maha jäetud tööstused.

Enne sõda katsetasid nõukogude naftatootjad Maikopi naftatööstustes veel üht kurnatud kihtide eksploateerimise meetodit. Ühe puurangu juurde paigutati kolle ja kolde kuumad põlemisgaasid pumbati puurauku.

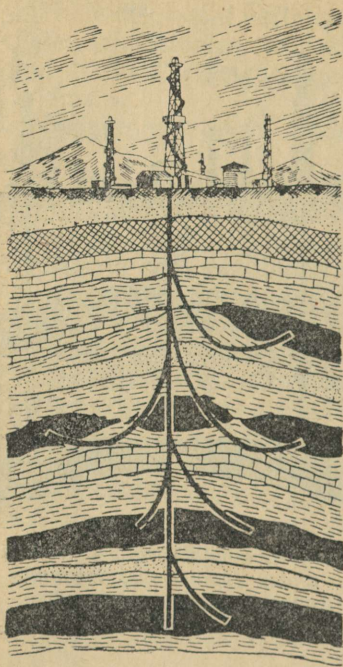
Kuumad gaasid tõstsid kihi rõhku ja temperatuuri. Teistest puuraukudest väljusid selle katse juures naftaaurud, mille kondenseerimisel saadi puhast bensiini.

See on terminiline nafta tootmise meetod.

Veel tuntakse meetodit, mida me juba varem mainisime — šaht- ehk kaevandusmeetodit. Kaevandus rajatakse



Kihti pumbatakse gaasi ja juba ammu tegutsemast lakanud puuraugud hakkavad andma naftat.



Seitsme eega puurauk.

naftakihi peale või alla, mõnikord aga ka naftakihti endasse.

Kui kaevandus on naftakihi, siis rajatakse galeriid kraavide ja kaevudega. Nafta immitseb kihist ja voolab kraave mööda kaevudesse, kaevudest aga pumbatakse maapinnale.

Sellised naftakaevandused on Prantsusmaal (Pechelbronn Elsassis) ja Saksamaal (Wietzig Hannoveris).

Nõukogude naftakaevandused on ehitatud võrratult paremini.

Naftast ja naftakihist, kui vähe ta ka sisaldaks naftat, eraldub alati gaasi. See gaas on inimesele kahjulik ja ohtlik.

Nõukogude naftakaevandustes töötatakse täiesti ohututes tingimustes.

Meil ei paikne maa-alused galeriid mitte naftakihtides, vaid nende all ja peal. Nafta

voolab kihist galeriile või pumbatakse välja galeriilt kihti puuritud madalate puurakude kaudu.

Esineb ka kurnatud naftakihtide lahtist töötlemist. Seal, kus kiht asetseb madalal, avatakse ta, naftat sisaldav liiv võetakse välja, aurutatakse erilistes kateldes ja pressitakse välja temas sisalduv nafta.

On läbi viidud katseid horisontaalsete puurakude puurimiseks naftat sisaldava kihini rajatud šahtist.

Naftat sisaldava kihini rajati šaht ning sellest puuriti piki ja risti kihti kallakpuuraugud.

Et šahti rajamine kujuneb kalliks, siis on naftatootjad viimasel ajal õppinud puurima ühest puuraugust kihi mitmesugustesse osadesse ja isegi erinevatesse naftakihtidesse ulatuvaid harusid.

Selliseid puurauke nimetatakse mitme-eelisteks.

Alumise kihini puuritakse vertikaalne puurauk ning seejärel samast puuraugust puuritakse ehk, nagu ütlevad naftatootjad, «lõigatakse» uued õõned, mis suunduvad külgedele ja ülespoole, ülemiste naftakihtide juurde.

Kõik need ja palju teisigi meetodeid on välja mõeldud selleks, et toota maapõuest võimalikult rohkem naftat meie rahvamajandusele.

Leiutajatele-naftatootjatele on siin laialdane tööpõld.

KUIDAS TOODETAKSE NAFTAT

Ämbrist võimsa pumbani

1
Iidsel ajal ammutati naftat kaevudest ämbrite või kottidega, mis olid valmistatud eriliselt töödeldud lamba-, kitse-, hobuse-, härja- või pühvlinahast.

Lamba- või kitsenahast kotte tõsteti koos naftaga kaevudest välja käsitsi, suuremaid kotte aga hobuste või pühvelhärgade jõul.

Inimene õppis ammu kasutama raskuste tõstmisel pööra. Naftakaevudele paigutati täpselt samasugused seadeldised — käsipöörad, nagu neid praegugi asetatakse kolhoosikaevudele vee tõstmiseks.

Kaevust toodetud nafta valati aukudesse. Siin settis temast välja vesi ja mustus. Seejärel, kui ei õnnestunud naftat kohe müüa, valati ta keldritesse.

Paljude aastasade vältel toodeti naftat sellisel viisil. 1466. aastal, s. o. peaaegu viissada aastat tagasi, saatis vene kaupmees Äfanassi Nikitin Šemahha saadikut kodumaale.

Teel juhtus õnnetus. Kui nad purjetasid juba Kaspia merel, tekkis torm ja uputas Nikitini laeva koos kõigi tema kaupadega.

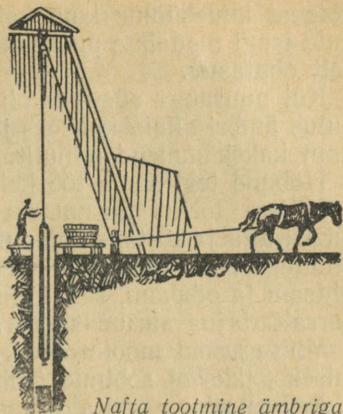
Nikitinil õnnestus kuidagi kaldale pääseda. Elanud mõne aja Derbendis, siirdus ta jalgsi Bakuusse. Tal polnud raha ja seepärast läks ta Surahhanõsse ning hakkas tööle nafta tootmisel.

K. Kunini raamatus «Kolme mere taga» on Nikitini säilinud märkmete järgi eredalt kirjeldatud tolleaegset naftatööstust:

«... Viljatus, nukras nōos läikisid kõikjal päikese käes mustad õliloigud. Naftaga läbi imbunud pruun liiv oli katsumisel rasvane ja kleepuv. Kuskil polnud rohuliblekestki. Lämmatavast kuumusest ja iiveldama panevast haisust

hakkas pea pööritama. Selles eemaletõukavas kohas olid laiali pillatud kaevud — madalad laudadest ja kividest ehitused.

Hurram viis Nikitini ja Juši ühe kaevu juurde. Pikk ühesilmaline, naftaga läbi imbunud räbalais šemahhalane keeras pööra vānta ja kaevu laskus suur nahkāmber. Seejärel viskus šemahhalane kogu kehaga vāndale, tõstis vaevaga üles musta naftaga täidetud āmbri ja kallas nafta renni. Nafta voolas väikesesse auku.



Nafta tootmine āmbriга.

Üks auk oli juba täis. Selle lähedal askeldas poolpaljas, naftaga määrdunud poisike. Ta valas musta vedelikku puust kopsikuga tohutu suurde nahkkotti.

Aeg-ajalt sõitis kaevu juurde krigisev ja nagisev arbaa. Sellele laaditi kotid ja veeti mere kaldale, kus naftat ootasid laevad.»

Nafta tootmise tehnika hakkas muutuma alles alates XIX sajandi teisest poolest.

Nahkkotid kadusid naftatööstusest koos kaevudega.

Puuraugust oli võimatu kottidega naftat ammutada. Juba esimeste puuraukude juures asendati nahast kott pika raudse āmbriга.

Āmbri läbimõõt oli veidi väiksem puuraugu läbimõödust.

Nafta tootmise āmber ei erinenud tavalisest āmbrist mitte ainult pikkuse poolest. Harilikul āmbril on põhi terve, nafta-āmbril aga oli põhja asemel klapp väljaulatuva kārniga.

Āmbri laskmisel vedelikku avanes klapp vedeliku surve mõjul ja nafta tungis āmbrisse. Täidetud āmber tõsteti üles, kusjuures klapp sulgus iseenesest.

Klapi küljes olev kārн oli vajalik āmbri tühjendamiseks naftast. Āmber lasti ülalt renni. Kui kārн pōrkas vastu renni põhja, avanes klapp ja nafta voolas kiiresti välja.

Algul lasksid töölised āmbri puurauku ja tõstsid ta välja käsitsi, pōōra abil.

See oli raske ja aegaviitev. Āmber koos naftaga kaalus kuni sada kilogrammi. Esimesed puuraugud olid madalad,

kõigest kuuekümne kuni kaheksakümne meetri sügavused, kuid isegi madalate puuraukude korral oli töö raske ja ilmselt ebatasuv.

Kui puuraugu sügavus oli kaheksakümmend meetrit, siis kulus ämbri allalaskmiseks ja ülestõstmiseks käsipööra abil kuni kakskümmend minutit.

Hobune tegi sama töö kahe minutiga.

Hiljem tõrjus aurumasin hobuse välja. Masin laskis ämbri alla ja tõstis ta üles mõne sekundiga. Aurumasin oli muidugi hobusest kallim, kuid hoolitsemine tema eest oli lihtsam ja odavam, sest kütus oli omast käest võtta. Kordkorral tõrjus aurumasin välja elektrimootor.

Missuguseid mootoreid aga ka ei kasutatud ämbri tõstmiseks, ikka ei sobinud ämber nafta tootmiseks.

Ämber rikkus nafta parandamatult. Ämbriga tootmisel on puurauk avatud ja kihist väljub gaas, s. o. kõige hinnalisem osa naftast — kerged süsivesinikud. Nafta väärtus langeb veelgi tema valamisel ämbrist renni ja seejärel renni mööda vastuvõtjasse voolamisel.

Praegu toodetakse naftat puuraugust pumpadega, kompimeeritud gaasidega või suruõhuga, kui ta ei pursku ise fontäänina: puuraugu suue on seejuures suletud.

Pump

Naftapump on üle kaheksakümne aasta vana, kuid töötab ainult umbes kolmkümmend aastat. Kaks kolmandikku pumba elueast on kulunud võitluseks ämbriga.

Kapitalistlikus majanduses elab iga uus masin läbi pika võitluse oma eelkäijaga. Kapitalistil pole tulus vana masinat kõrvale heita. Ta mõtleb sellisel juhul: pole veel teada, mis uus masin annab, vana aga annab võib-olla küll vähem, kuid seejuures kindlat kasu. Alles siis, kui vana masin laguneb, asendab peremees ta võib-olla uuega.

Puurauk pidi kaua võitlema eluõiguse eest naftatööstuses, sest tema vastu olid kaevude omanikud.

Missugust võitlust aga tuli pidada pumbal!

Kaheksakümmend üheksa aastat tagasi, kui naftat toodeti veel kaevudest, soovitasid tolle aja eesrindlikud insenerid kasutada pumpa. Sellise ettepaneku tegi insener Ivanitski 1865. aastal.

Ettepanek jäi ettepanekuks. Ivanitskil endal polnud ei raha ega ka naftat andvat maad, kus ta oleks saanud oma

ettepanekut katsetada. Maaomanikud aga tembeldasid selle leiutise rumala fantaasia viljaks.

Puuraugu ilmumisega muutus vajadus pumba järele kõigile ilmseks.

Töösturid aga ei mõelnudki pumpi kasutusele võtta. Leiutajad koostasid projekte, arvutasid, kui palju rohkem naftat on võimalik toota pumpadega, kirjutasid tööstureile märgukirju, kuid kõik asjata.

Töösturid jäid oma juurde. Neid ei ahvatlenud isegi võimalus lahti saada tulekahjudest. Tulekahjusid aga esines tööstuses väga sagedasti.

Nafta tootmisel ämbriga oli tarvis puurtorni sisemust öösel valgustada. Töölised pidid nägema puurauku, et sinna lasta ämbrit. Puuraugust välja tõmmatud ämber tuli haarata kätega või pootshaagiga, vedada renni juurde ja tühjendada.

Pimesdas ei olnud neid toiminguid võimalik sooritada. Seepärast süüdati puurtornis laternad.

Latern süütas sagedasti gaasi, mis väljus puuraugust. Et aga puurtorni põrand ja seinad olid läbi imbunud naftaga, siis süttisid puurtornid nagu tuletikud.

~~Pumbaga~~ oli võimalik tuleta töötada. Pump oleks ettevõtjad päästnud tulekahjudest, kuid sellest hoolimata teda ei kasutatud.

Möödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel seadis Nobeli firma Bakuus üles mõned pumbad. Pumbad näitasid otsekohe oma eeliseid.

Näis, et nüüd oleks tulnud pumbad üles seada kõikidele puuraukudele. Tegelikult aga toimus vastupidine — ka katsepumbad võeti maha.

Pumbale leidis veel üks vaenlane. See vaenlane peitus maapõues. Kuni naftat toodeti ämbriga, ei andnud ta endast märku, kuid niipea kui lasti käiku pump, asus ta tegevusse.

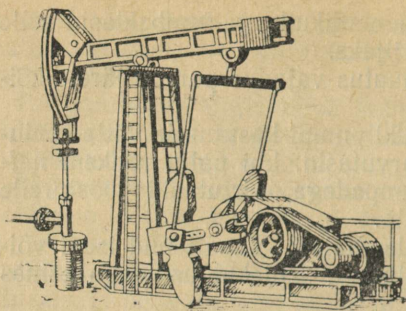
See oli liiv.

Ta ummistas pumba.

Oli tarvis parandada pumba konstruktsiooni, kohandada teda puuraugus töötamiseks liiva juuresolekul.

Tol ajal ei leidunud selleks tööks insenere. Küll aga leidis teisi insenere, kellele nähtavasti oli kasulikump pumpa maha matta. Nii kirjutas 1899. aastal insener Juškin naftajakirjas:

«Pumbad pole Bakuus kasutatavad, sest puuraugud paiknevad liivas.»



Pumpadele tõmmati rist peale.

Alles nõukogude korra ajal kohandati pump mistahes tingimustes töötamiseks.

Juba nõukogude korra esimestel aastatel võeti pumbad naftatööstuses laialdaselt kasutusele ja ämber paigutati muuseumi.

Nii pumbatakse naftat kiikpumbaga.

Naftapumba tööpõhimõte on lihtne. Igas kolbpumbas on kolb

(plunžer) ja silinder. Silindri alumisse ossa on asetatud kuulklapp, mida nimetatakse imemisklapiks. Kolvi ülemises osas on samuti kuulikujuline klapp. Seda nimetatakse surveklapiks.

Kolvi ülesliikumisel tõuseb imemisklapi kuul ja nafta imetakse silindrisse. Kolvi allaliikumisel sulgub imemisklapp ja avaneb surveklapp, nii et nafta pääseb kolvi kohal olevasse ruumi, s. o. pumbatorusse.

Pump lastakse puurauku. Pumba kolb pannakse üles-alla liikuma pumbatorus paikneva varda abil.

Väljapumbatav nafta juhitakse torustikku, mida mööda ta suunatakse vastuvõturereservuaari.

Kõige ülemine vardajätk on poleeritud läikimiseni. Ta läbib vedeliku läbivoolamist takistava tihendi ning väljub seejärel päevavalgele, kus ta on ühendatud balanssiiriga.

Pumba mootori käivitamisel hakkab balanssiir liikuma üles ja alla. Koos temaga hakkab üles-alla liikuma pumbatorus olev varras.

Pumba kolb on ühendatud vardaga ja järelikult hakkab ka tema üles-alla liikuma ning puur-
august naftat pumpama. Naftatööstustes kasutatakse palju kiikpumpi. Mõned neist töötavad oma mootoriga, teisi käitatakse ühise ajamiga. Ajamist tulevad pumpade juurde

harilikult maapinnale rullidele paigutatud vardad. Pumpade balanssiirid kiiguvad lakkamatult, otsekui kummardades, üks tihedamini, teine suuremate vaheaegadega, sõltuvalt pumba töörežiimist.

Kui tööstuses pole remonttöid, siis pole ka töölisi peale üksiku harva läbikäiva määrija. Kiikpumpad töötavad üksi ööd ja päevad. Inimesele, kes satub esmakordselt naftatööstusse, kus naftat toodetakse pumpadega, paistab selline pilt imelikuna ja fantastilisena.

Siin kirjeldasime lihtsat pumba ja tema tööpõhimõtet. Praktikas kasutatakse siiski keerukama konstruktsiooniga pumpasid.

Naftapump töötab maa all. Teda järelevaatuseks ja remondiks välja võtta on raske ja ebaotstarbekas. Seepärast valmistatakse pumbad nii vastupidavatena, et nad töötaksid remondita mitu kuud.

Koos naftaga tungib pumba liiv, samuti satub temasse gaas. Liiva ja gaasi kõrvaldamiseks kasutatakse erilist lisaseadet, mida nimetatakse gaasi-liivaankruks.

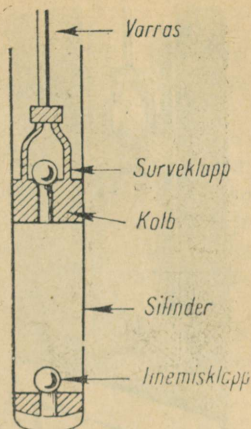
Juhul kui kihist tuleb liiva, paigutatakse paljude puuraukude etesse filtertorud, mis on täidetud peene kruusaga. Nafta läbib kruusa, liiv aga jääb sellesse pidama.

Palju tüli valmistavad naftatootjatele halvasti silindrisse sobitatud kolbidega pumbad. Selline kolb imeb naftat halvasti, mõnikord aga ei anna teda sugugi.

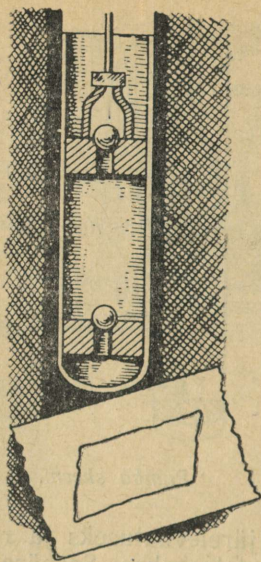
Mõnedel pumpadel valmistatakse kolb nahast või gummeeritud mansetidest. Selliseid pumpi nimetatakse mansettpumpadeks. Teistel pumpadel on kolb metallist ja on täpselt sobitatud silindrisse. Neid nimetatakse plunžerpumpadeks.

Klappide (kuulide) arv pole pumpades ühesugune. Esineb kolme ja nelja klapiga pumpi. Ka pumpade silindrid on mitmesugused: ühed on kompaktsed, valmistatud ühest torust, teised aga koosnevad üksteise sisse käivatest osadest.

Ühed pumbad lastakse puurauku järgmiselt: silinder koos torudega, kolb aga koos vardaga. Neid nimetatakse toru-



Pumba skeem.



*Pump töötab normaalselt,
kui kiht annab vähem
naftat.*

pumpadeks. Teised pumbad lastakse alla tervikuna (silinder ja kolb koos), et neid remontimise korral oleks võimalik kiiresti maa-pinnale tõsta. Neid nimetatakse sisselastavateks pumpadeks.

Tehased toodavad mitmesugust tüüpi pumpi.

Iga pumatüüp on ette nähtud töötamiseks erinevates tingimustes. Ühed pumbad on määratud madalatele puuraukudele, teised keskmise sügavusega, kolmandad sügavatele puuraukudele. Mõned pumbad töötavad hästi gaasita puuraukudes, teised aga seal, kus eraldub palju gaasi. Spetsiaalsed pumbad on konstrueeritud liivata puuraukudele ja puuraukudele suure liivahulgaga.

Naftatootjad tunnevad pumpade tüüpe ja kasutavad neid pumpi, mis on neile vajalikud.

Vajaliku pumatüüpi, tema puurauku laskmise sügavust jne. ei määrata loomulikult mitte silma järgi.

Tööstuses töötavate pumpade järele peetakse väsimatut valvet. Naftatootjad uurivad põhjalikult iga puurauku.

Kas töötab pump õigesti? Võib-olla võiks ta anda rohkem naftat?

Võib-olla ka vastupidi — ta pumpab liiga palju naftat ja hävitav veekeel läheneb juba eele, tõrjudes eemale naftat.

Pumba õiget töötamist kontrollitakse erilise aparaadiga — dūnamograafiga, mis kirjutab üles pumbaseadme režiimi.

Dūnamograaf on väike aparaat. Teda ei lasta puurauku, vaid kinnitatakse balanssiiriga ühendatud pumbavarda külge. Ta teatab täpselt, kas pump töötab puuraugus õigesti, kas ta ei lase läbi vedelikku, kas kolb ei löö vastu imemisklappi, kas kolb pole kinni jäänud, kas pole katkenud varras jne. Kõikidest puuraugu tohutust sügavuses aset leidvatest korratustest signaliseerib dūnamograaf naftatootjatele.

See on naftatootmisbrigaadi maa-alune silm.

Pump andis algul kakskümmend tonni naftat ööpäevas, seejärel aga hakkas andma ainult kaheksateist tonni. Kes võib öelda, miks langes toodang?

Võib-olla hakkas kiht andma vähem naftat; võib-olla on varras kusagil kõverdunud ja pump ei tööta täie käiguga; võib ka olla, et varras on pikemaks veninud ja kolb ei tõuse küllalt kõrgele. Võib-olla ... Kõik võib olla, kuid naftatootja peab täpselt teadma, mis maa all toimub. Kaotada kaks tonni naftat päevas pole kuigi meeldiv. Klubis juba joonistatakse kilpkonna võistluse tahvli jaoks.

Pump tuleks puuraugust välja tõsta ja kõike kontrollida. Selleks tuleks nafta tootmine kaheks-kolmeks päevaks täielikult katkestada.

Siin tulebki appi dünamograaf.

Dünamograafil on väike lauake, lauakesel paberileht, lehe kohal aga sulg.

Niipea kui pumbavarras liigub alla, hakkab sulg otsekohe kirjutama.

Varda pikkus ületab sagedasti tuhat meetrit. Allaliikumisel ei hakka kolb kohe tööle. Varras lüheneb mingisuguse pikkuse võrra.

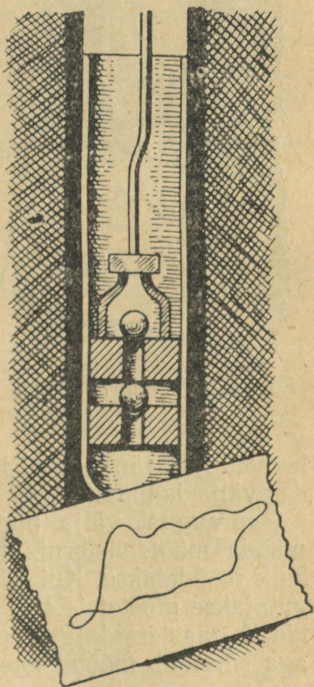
Sulg märgib otsekohe, kuidas lüheneb varras.

Sulg kirjutab hoolikalt üles kogu varda ja kolvi käigu. Üleskirjutus moodustab kujundi, millel on parallelogrammi kuju (joonis lk. 162).

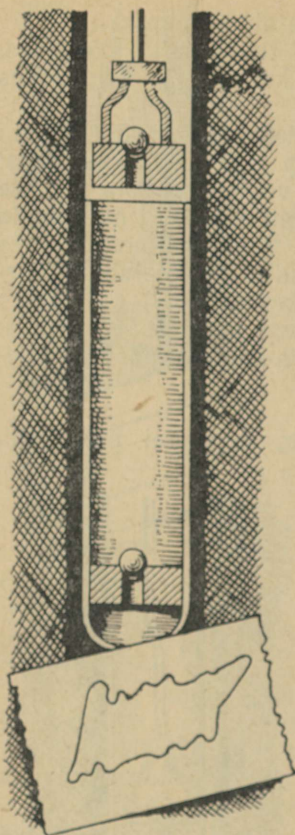
Kui dünamograaf joonistab sellise kujundi, siis teavad naftatootjad, et pumbaseade on täiesti korras ja et toodang langes kihi süü tõttu, sest kiht andis vähem naftat.

Nüüd joonistas dünamograaf teise kujundi (joonis lk. 163).

Naftatootjad vaatavad ja ütlevad:



Kolb lööb imemisklapi vastu.



Kolb tuleb silindrist välja.

«Ahaa! Kolb lööb vastu imemisklappi!»

Nad tõstavad varrast ülespoole ja pump hakkab andma tait normi.

Mõnikord annab dünamograaf sellise kujundi (joonis lk. 164).

Naftatootjad ütlevad:

«Kolb ulatub silindrist välja. Varrast tuleb allapoole lasta.»

Dünamograaf joonistab palju mitmesuguseid kujundeid. Naftameistrid orienteeruvad hästi nende seas.

Kirjeldatud pumpade suur puudus seisab selles, et nad töötavad varrastega, mis väga sagedasti katkevad.

Naftatootjad hakkasid otsima meetodit, kuidas viia mootor pumba juurde. Nii jõudsid nad uue pumbatüübi juurde, mille jaoks pole vaja vardaid ega balanssiire. See on elektri-tsentrifugaalpump.

Selline pump pannakse liikuma elektrivooluga nagu elektripuugi. Elektrivool juhitakse puurauku kaabliga. Pumbaseade koosneb kahest osast — elektrimootorist ja pumbast.

Niisugused pumbad võivad anda hiiglahulki naftat. Seepärast

levivad nad tänapäeval ikka rohkem meie tööstustes, tõrjudes välja kolbpumpi.

Puuraugust välja pumbatud nafta juhitakse torustikku mööda mõõtettsisterni. Seal eraldub naftast vesi ja nafta hulk mõõdetakse. Kui väljuv nafta sisaldab gaasi, siis paigutatakse mõõtettsisterni ette gaasieraldaja. Eraldunud gaas läheb gaasieraldaja ülemisest osast gaasijuhtmesse, nafta aga suundub mõõtettsisterni ja seejärel reservuaari.

Plahvatus maa all

Teatavasti paikneb nafta liivakivides, liivades või lubjakivides. Liiva- ja lubjakividest imbub ta puuraugu ee juurde, eest aga pumbatakse maapinnale.

Sageli tuleb ette, et naftat on kihis palju ja rõhk suur, kuid nafta tuleb puuraugu juurde halvasti: pump annab paari tunni jooksul naftat, seejärel aga lakkab teda andmast. Pump jäetakse tunniks või kaheks seisma. Selle aja jooksul immitseb eesse nafta, mida siis jälle tunni või kahe jooksul välja pumbatakse.

Sellist puurauku tuleb elustada, sundida kihti rohkem naftat andma. Vähesese naftatuleku põhjuseks on sagedasti ee ummistumine. Ee pind on väike. Seda tuleb suurendada. Aga kuidas?

Leiutajad-naftatootjad on selle küsimuse kallal palju töötanud.

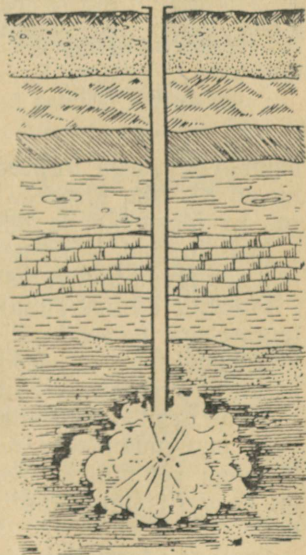
Puuraugu eesse lastakse kaabli või trossi otsas torpeedo ja lõhatakse ta seal. Plahvatus tekitab ees tühiku. Ee pind suureneb ja naftat imbub pumba juurde rohkem. Plahvatuse teostamisel tuleb aga olla väga ettevaatlik. Ebaõige plahvatuse korral võib puruneda manteltoru, mille tagajärjel puuraugu seinad vajuvad sisse ja esi ummistub.

Plahvatus teostatakse pärast täpset arvestust.

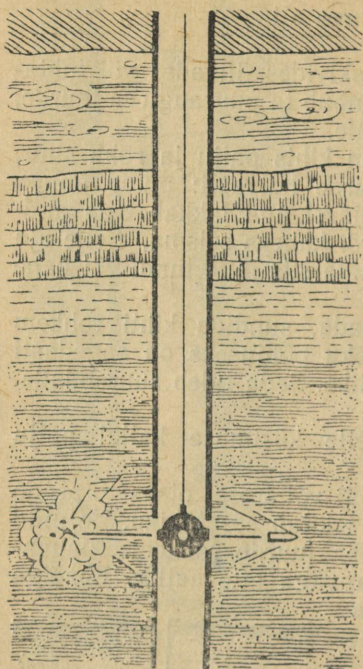
Kes on tähelepanelikult luge-nud käesolevat raamatut, on võinud veenduda, kui mitmekülgne on nafta alal töötaja elukutse. Raske on leida teaduse või tehnika ala, millega naftatöötaja tihedalt kokku ei puutuks.

Geoloogia, keemia, füüsika, tuumafüüsika, mikrobioloogia, mehaanika, energeetika, metallograafia ja teised teadused leia-vad kasutamist nafta tootmise ja ümbertöötamisega seotud keerukate ülesannete lahendamisel.

Naftakihi elustamise ülesande lahendamiseks pöördusid nafta-



Ees lõhatakse torpeedo.



Allmaamorttiir.

tootjad suurtükiasjanduse poole. Seejuures kasutasid nad suurtükiväelaste kõige viimaseid saavutusi.

Antud ülesande lahendamiseks konstrueerisid nad suurtüki ja mürsud. Suurtükk on konstrueeritud lühikeseraulise mortiiiri põhimõttel. Mortiir lastakse puurauku. Kui ta jõuab eeni, lülitatakse ülal sisse vool ja sooritatakse lask.

Allmaamorttiir võib tulistada külgsuunas mitmesuguste nurkade all. Ta tulistab viitsütikut omavate mürskudega. Mürsud läbivad manteltoru ja tsemendikihi ning plahvatavad naftakihi. Kiht murenub ja temas moodustuvad praod, uued voolukanalid nafta jaoks.

Nafta toodang puuraugust suureneb pärast torpedeerimist peaaegu alati.

Mõnikord lastakse puuraugu eesse mortiiiri asemel suundtegevusega torpeedod. Plahvatuslaine ja killud paiskuvad harilikku torpeedo plahvatusel igasse külge, sealjuures ka ülespoole, ja lähevad asjatult kaduma.

Naftatootjad konstrueerisid suundtegevusega torpeedod, mis suunavad plahvatuslaine ja killud sinna, kuhu on vaja.

Paksude kihtide puhul kasutatakse kontsentreeritud külgtegevusega torpeedosid, õhukeste kihtide puhul hajutatud külgtegevusega torpeedosid, ning eesse sattunud esemete ja kivimite purustamiseks vertikaalse tegevusega torpeedosid.

Teine meetod puuraugu eelustamiseks ja kihi läbilaskvuse suurendamiseks on puuraukude ete töötlemine soolhappega või muude keemiliste reagentidega. Seda meetodit kasutati algul ainult seal, kus nafta paikneb lubjakivides.

Soolhape lagundab kivimeid. Eelähdase tsooni läbilaskvus suureneb ja nafta toodang tõuseb.

Puuraukude töötlemist soolhappega kasutati algul ainult mõningates Teise Bakuu tööstustes. Praegu kasutatakse seda meetodit juba kõikides tööstustes, s. o. mitte ainult lubja-, vaid ka liivakivides.

Naftatootjad kasutavad paljusid keemilisi aineid selleks, et kergendada nafta teed läbi kivimi pooride kihist puur-
auguni.

Üht sellist ainet nimetatakse ДС (детергент советский — nõukogude detergent). Tema leiutajaks on naftakeemik, akadeemik S. S. Namjotkin.

Kõiki neid happelisi aineid, nagu juba mainitud, pumbatakse puurangu eesse selleks, et muuta kõvad, kuid hapetes lahustuvad ained, nagu lubjakivi, rauaühendid jne., vees lahustuvateks ja sel teel suurendada kihi läbilaskvust.

Naftatootjad kasutavad paljusid erinevaid meetodeid, et suurendada nafta voolu puurangu eesse, kuid veelgi intensiivsemalt otsivad nad uusi meetodeid.

Puuraukude remont

Rajoonides, kus naftat toodetakse liivadest või kus nafta sisaldab palju parafiini, langevad puuraugud sagedasti rüüst välja.

Kõige peenem liiv kandub koos naftaga maapinnale, jämedamad liivaterad aga setivad naftasambast puurangu põhjas olevale pumbale ja tungivad pumba silindrisse.

Aja jooksul koguneb liiva ikka rohkem ja rohkem. Lõpuks on teda nii palju, et pump lakkab töötamast. Naftatootjad ütlevad sel juhul, et puurangus on tekkinud liivakork.

Puurangu juurde tuleb puhastajate brigaad.

Enamikul juhtudel puudub eksploateeritavatel puuraukudel puurtorn ja brigaad asetab kohale ajutise torni, kõige sagedamini aga lihtsa seadeldise pumbavarda tõstmiseks — plokkidega varustatud masti.

Seejärel sõidab puurangu juurde vintsiga varustatud traktor ja algab pumbavarda tõstmine. Varda lülisid tõstetakse nagu puurtorusidki ja kruvitakse üksteise küljest lahti. Koos viimase lüliga võetakse välja pump. Seejärel algab puurangu puhastamine. Liiv ammutatakse puurangust välja erilise ämbriga. Sügavaid puurauke uhutakse vee või naftaga. Kui kogu liiv on välja võetud, lastakse pump uuesti puurauku.

Brigaad siirdub teise puurangu juurde, pump aga alus-

tab remonditud puuraugus oma harilikku tööd. Pump annab jälle naftat.

Palju tüli põhjustab naftatootjatele parafiin.

Peaegu kõikides naftades esineb parafiini, mõnede rajoonide naftas aga on teda väga palju. Parafiin hangub harilikult +50—60 kraadi juures.

Kihis on nafta enamasti väga kuum, kuid puuraugus hakkab tema temperatuur langema.

Sel ajal hakkab parafiin naftast välja kristalliseeruma. Ta sadestub pumbatorude seintele ja ärajuhtimistorustikku. Veel enam — ta ummistab ee ja nafta lakkab pumba juurde imbumast.

Puurauku juhatakse kohaletoodud aurukatlast auru. Aur jõuab eeni, kuumendab naftat ja sulatab parafiini. Sula parafiin pumbatakse puuraugust välja koos naftaga.

Kui vajatakse palju auru, kuid teda on raske saada, siis uhutakse puurauku kuumu naftaga. Auru kulu on sel juhul veidi väiksem.

See nõuab aga palju aega ja vaeva. Kas ei saaks parafiini kiiremini kõrvaldada?

On juba leiutatud mitu uut kiiremat meetodit võitluseks parafiini ja tõrvade sadestumise vastu puuraukudes.

Pumbatorude kolonni ja puuraugu juurest tööstuse reservuaarideni viivate torude puhastamiseks konstrueeriti automaatne kraapija. Selline kraapija lastakse torudesse, katkestamata pumba tööd. Langedes oma raskusega alla, kraabib ta torude seintelt parafiini. Niipea kui kraapija jõuab pumbani ja põrkab selle vastu, hakkab temas tööle eriline mehhanism ja kraapija koos väljapumbatava naftaga liigub üles, uuesti kraapides parafiini torude seintelt.

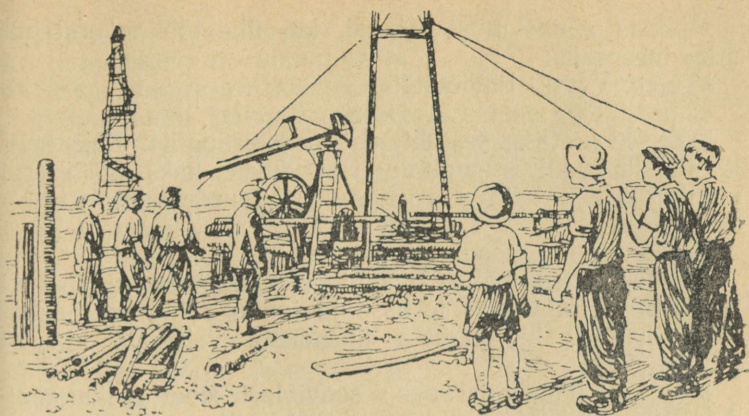
Niisugune kraapija liigub kogu aeg mööda puurauku. Tema poolt lahti kraabitud parafiin kandub koos naftaga mööda torustikku reservuaari.

Sahalinil lasevad naftatootjad parafiini sulatamiseks puurauku elektrikuumendajaid.

Elustunud fontään

Naftatööstuses võib kohata nähtusi, mis esialgu paistavad hoopis mõistetamatuina.

Kunagi tuli naftatööstusse kooliõpilaste ekskursioon. Ekskursandid läksid koos tööstuse peainseneriga maast välja ulatuva toru juurde.



Naftatööstuses.

Peainsener seletas lastele:

«See on meie endine kuulus fontään number kuusteist. Rohkem kui aasta purskas sellest torust naftafontään, kuid nüüd, nagu näete, vaikib. Rõhu puudujääk on kõigest mõned millimeetrid elavhõbedasammast.»

Missugusest rõhust ei piisa, mispärast ei piisa, — ekskursantidele oli see arusaamatu ja nad palusid peainseneri lähemalt selgitada, milles on küsimus.

«Selgitada pole siin midagi,» ütles peainsener, «ma parem juba näitan teile.»

Ta läks puuraugust eemale ja hakkas midagi maast otsima. Leidiski, tõstis üles, vaatas ja näitas õpilastele.

Tema käes oli tuvimunast veidi suurem savitükike.

«Harilik savi, nagu näete,» selgitas ta, «küllalt kuiv ja poorne.»

Seejärel läks ta puuraugu suudme juurde ja palus töölisi kõik ette valmistada nafta vastuvõtmiseks puuraugust. Töölised seadsid torud korda ja jäid puuraugu suudme juurde.

«Nüüd vaadake, mis juhtub.»

Nende sõnadega viskas insener leitud savitüki puurauku.

Lapsed trügisid puuraugu ümber, püüdes piiluda selle sisemusse, kuid insener hoiatas neid:

«Ärge minge liiga lähedale, hoidke riideid. Vajalikku näete ka eemalt.»

Möödus ainult mõni sekund, kui üks tööline erutatult ütles insenerile:

«Tuleb, Vassili Pavlovitš!»

«Ühendada!» vastas insener.

Töölised asetasi ärajuhtimistoru puuraugule. Kaks neist kinnitasid ta kiiresti puuraugu suudmele, kaks aga asusid kinnitama toru teist otsa reservuaari juurde mineva torustiku külge.

Korraga purskus puuraugust naftat.

Insener tõttas töölistele appi. Ärajuhtimistoru kinnitati kiiresti. Nafta voolas torusse ja imbus nüüd veel ainult läbi tihedasti kinnitamata ühenduste vaheliste kitsaste pilude.

«Kuulake nüüd puurauku,» soovitas insener ekskursantidele, ise aga hakkas rebima rohtu ja sellega pühkima naftaga määrdunud käsi.

Üks töölistest viskas torule kinda ja lapsed asetasi järjekorras kõrva selle vastu. Torus mühis ja aeg-ajalt podises midagi. Ühesuguste vaheaegade järel kuuldusid mingisugused ohked, mis lõppesid toru võbisema paneva klõbinaga. Tekkis õudne tunne. Paljud õpilased olid kuulnud fontäänidest, mis purustasi armatuuri. Miks oli maa-põu häiritud?

Insener märkas noorte ekskursantide erutust:

«Seda pole kauaks. Savitükike võib äratada selle fontääni kümneks kuni viieteistkümneks minutiks, kuid seejärel vaibub kõik.»

«Aga miks elustus fontään?» küsisid lapsed peaaegu kooris.

Insener muheles ja seletas:

«Fontään lakkas töötamast seepärast, et kihis ei piisanud enam rõhku nafta väljatõrjumiseks puuraugust. Naftasammas puuraugus rõhus kihile niisama suure jõuga, kui suure rõhu all olid nafta ja gaas kihis. Rõhk tasakaalustus. Väikeses savitükikeses olid poorid, mis olid täidetud õhuga. Kui ma viskasin savitüki puurauku, langes ta põhja ehk, nagu meil öeldakse, eesse. Vajumisel aga tungisid temast välja õhumullid. Õhumullide tõttu muutus naftasammas puuraugus kergemaks ja samba rõhk vähenes veidi. Tasakaal rikuti. Kihi rõhk ületas samba rõhu ja puuraugust tekkis uuesti fontään.»

Õpilased kuulasid vaikides, kuidas nafta voolab puuraugust.

«Muuseas,» lisas insener, «selele põhimõttele on rajatud nafta tootmise kompressorimeetod.»

Ekskursandid palusid sellest jutustada ja said teada järgmist.

Nafta tootmise kompressorimeetod on leiutatud vene inseneri V. G. Šuhhovi poolt.

Täpne leiutamise aeg pole teada.

1886. aastal soovitas D. I. Mendelejev võtta kasutamisele insener Šuhhovi projekti — «pumbata naftat suruõhu abil, mida toodetakse keskses jaamas ja juhitakse mööda tööstust laiali metallist torude abil».

Nafta tootmist suruõhu abil nimetatakse aeroliftiks, gaasi abil nafta tootmist aga gaasliftiks. Sõna «lift» tähendab tõstjat. Järelikult on aerolift õhk-tõstja, gaaslift aga gaasiline tõstja.

Puurauku lastakse kaks toru. Suurema läbimõõduga toru õhu ja gaasi juhtimiseks lastakse sügavale, peaaegu kuni eeni; teist, peenemat toru nafta tõstmiseks ei lasta nii sügavale. Puurauku pumbatakse kompressori abil gaasi; siit tulenebki meetodi nimetus — kompressortootmine.

Enne gaasi pumpamist on nafta nivoo mõlemas torus ühekõrgune.

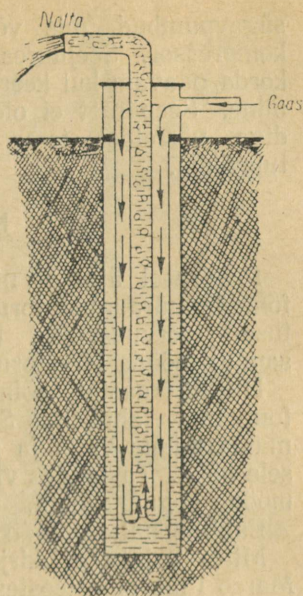
Niipea kui puurauku juhitakse gaasi, langeb nafta nivoo torus, mida mööda voolab gaas, ja tõuseb tõstetorus.

Jõudnud tõstetoru alumise otsani, hakkab gaas voolama tõstetorusse. Torus olev nafta küllastub ikka rohkem ja rohkem gaasiga. Gaasimullid täidavad kogu torus oleva naftasamba. Sammas muutub kergemaks.

Nüüd astuvad tegevusse loodusjõud. Kihhi rõhk ületab puuraugus oleva nafta rõhu ja nafta tungib kihist puurauku.

Praegu kompressorpuuraukude arv väheneb.

Nõukogude naftatootjad on konstrueerinud võimsad



Gaaslifti skeem.

sügavpumbad, mis võivad naftat pumbata rohkem kui kompressor. Seejuures on pumpade ekspluateerimine mitu korda odavam kui keeruka kompressorseadme ekspluateerimine. Seepärast ei ole kompressorimeetodil pumbameetodiga võrreldes tema kalliduse tõttu ette näha suurt tulevikku.

Naftafontäänid

Praegusel ajal ei näe naftafontääne, sest nafta läheb fontäänpuuraugust torusid mööda reservuaari. Naftatööstuse reservuaaridest läheb ta tehaste reservuaaridesse samuti mööda terastorusid, puutumata kokku õhuga.

Hiljuti, aastat kolmkümmend viis tagasi, purskusid fontäänid lahtiselt. Sisisedes tungis nafta puuraugust musta uduna välja ja paiskus mitmekümne meetri kõrgusele õhku. Ta langes vihmana maapinnale ja voolas renne mööda kogumiskohta.

Lahtine naftafontään on unustamatu vaatepilt.

Mitte asjata ei kirjutanud XIII sajandi maadeuurija Marco Polo oma teostes nii palju Bakuu naftafontäänidest. Sel ajal purskusid naftafontäänid mõnikord isegi kaevudest.

Marco Polot hämmastas maapõuest välja tungiva nafta tohutu hulk.

«Nad (fontäänid) purskavad sellise jõuga,» kirjutab ta, «et ühe tunni jooksul võib naftaga laadida sadakonna laevu.»

Kui need laevad oleksid olnud väikesed paadid, siis võib-olla oleks neid tõesti saanud laadida sada. Tõenäoliselt aga maadeuurija liialdas, olles jahmunud ennenähtamatust vaatepildist.

Hiljem, kui hakati puurima puurauke, hakkasid fontäänid purskuma üha sagedamini.

Esimesed fontäänid ei rõõmustanud töölisi ega ka puurangu omanikke. Esimene fontään, mis purskus kapitalist Mirzojevi puuraugust 1869. aastal, oli gaasifontään. See hirmutas töölisi niivõrd, et nad matsid puurangu liiva ja kividega kinni. Naftafontään, mis purskus teisest puuraugust 1870. aastal, kirjutati «mustade jõudude» arvele.

Puurangu lähedale püstitati rist. Fontääni vaigistamiseks kutsuti algul kohale vaimulikud, kes katsusid «mustade jõudude» mõjust palvetega võitu saada ja naftat peatada, seejärel aga maakonna politseiülem.

See uuris kaua «asja», kuid leidmata süüdlasi lõi käega ja «asi» lõpetati.

Mirzojev ise taipas kiiresti, et kõige parem on kutsuda insener, kes suunaks nafta puuraugust tema hoidlatesse.

Kõik kerged naftakomponendid lenduvad lahtise fontääni purskamisel. Kui naftat hoitakse lahtistes aukudes, siis imub teda palju maa sisse. Ühe Nebit-Dagi fontääni nafta imbus tervikuna liiva sisse, hoolimata sellest, et fontään paiskas välja rohkem kui kaks tuhat tonni naftat ööpäevas.

Seepärast hakati juba alates 1900. aastast võitlema lahtiste fontäänide vastu. Puur-
tornid kaeti laudadega, et fontäänist väljuv nafta ei pais-
küks laiali. Valmistati puidust

või malmist fontäänikilbid, mis asetati fontäänpuuraugu suudmele, et juhtida naftajuga mitte üles, vaid vajalikku suunda. Nafta hoidmiseks hakati valmistama reservuaare.

Fontäänid suleti ja muldaugud likvideeriti täielikult aga alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni.

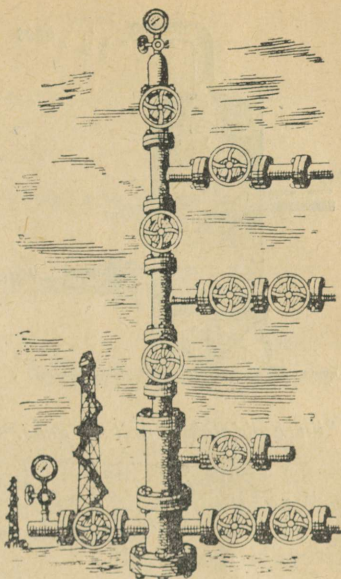
Praegu võib tööstuses fontääni ära tunda ainult fontääni armatuuri järgi. Armatuuri ülemisse ossa on harilikult asetatud manomeeter, mis näitab puuraugu rõhku.

Mõnikord aga paigutatakse armatuur maa alla, šahti. Sel juhul pole ka armatuur nähtav.

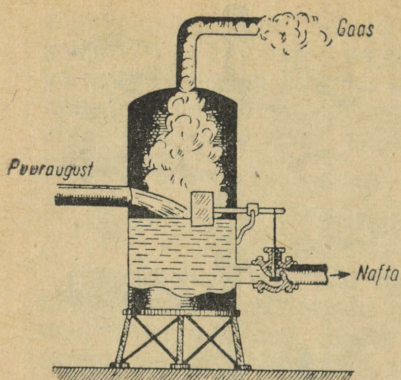
Armatuur võimaldab reguleerida fontääni, s. t. võtta puuraugust rohkem või vähem naftat.

Nafta tootmist puuraugust ei korraldata «isu», vaid arvestuse järgi. Arvestus on järgmine.

Ülalpool jutustasime, missugused jõud püüavad naftat kihist välja paisata. Neid jõude on neli: vesi veerõhu-
režiimi puhul; naftas lahustunud või kihi kõrgematesse osadesse kogunenud gaasi rõhk; rõhu vähenemisel paisuva nafta, gaasi ja vee jõud; raskusjõud, kui nafta tungib puur-
augu juurde ülalt.



Fontäänpuuraugu armatuur.



Siin eraldatakse naftast gaas.

nafta eemale ja naftafontääni asemel purskub veefontään. Kihti jäänud naftat on hiljem väga raske kätte saada. Tuleb puurida uued puuraugud. Selliseid juhtumeid esines varem Groznõis korduvalt.

Fontäänpuuraugule asetatakse mitme ventiiliga ja ära-vooluharuga toru. Kui nafta purustab ühe ventiili, on käepärast järgmine. Kõike seda tehakse seepärast, et fontäänpuuraugu seadeldis peaks võimalikult kaua vastu.

Armatuuri valmistamiseks võetakse kõige vastupidavamad torud. Võimsate fontäänide armatuur talub rõhku kuni kaks-sada viiskümmend atmosfääri ja rohkemgi.

Fontäänpuuraugust juhitakse nafta spetsiaalsesse reservuaari, mis sarnaneb püsti asetatud tsisterniga. Niisugust reservuaari nimetatakse trapiks; seal eraldatakse naftast gaas. Trapis alandatakse ka rõhk, mille juures nafta väljus puuraugust.

Trapist juhitakse gaas torustikku mööda gaasbenssiini tehasesse. Tehases eraldatakse gaasist benssiin ja benssiinivaba gaas suunatakse kompressorijaama. Siin komprimeeritakse gaas ja juhitakse uuesti tagasi naftakihti.

Kihis gaas küllastub uuesti süsivesinikega, muutudes, nagu ütlevad naftatootjad, «rasvaseks». Uuesti eraldatakse temast benssiin. Kuiv gaas pumbatakse jälle kihti. Osa kuiva gaasi juhitakse naftatootjate asulatesse elamute, klubide, koolide, kõõgipliitide ja vanniahjude kütteks.

Nafta aga läheb trapist mõõtetsisterni ja reservuaari-
desse.

Naftatootjad teavad, missugune jõud paneb purskama iga fontääni, ja seepärast võetakse igast fontäänist ainult nii palju naftat, kui palju võib võtta, kulutamata asjata naftakihi energiat.

Kui lasta fontääni pursata kogu võimsusega, siis langeb rõhk kihis kiiresti. Fontään kustub, kogu nafta jääb kihti ja teda tuleb toota pumbaga.

Veel halvem on, kui kihi režiim on veerõhuline. Võimsa fontääni puhul tungib vesi puuraugu eesse, tõrjub seal

NAFTA ÜMBERTÖÖTAMINE

Andekas iseõppija ja suur teadlane

Mustast naftast heledate produktide saamise saladuse lahendas inimene väga ammu. Juba Peeter Esimese ajal kasutati puhastatud naftat.

Nikita Zotov, Peetri kasvataja, viis kord oma kasvandiku apteeki, mis asus tolleaegses Kukuiski eeslinnas (praegune Baumani tänava rajoon Moskvas).

Zotov näitas noorele tsaarile mitmesuguseid arstimeid. Järg jõudis suure nõuni kollase vedelikuga.

«See on eriline vesi,» ütles Zotov.

«Mispärast eriline?» küsis Peeter usumatult.

«Väga ahvatlev, kuid joomiseks kõlbmatu.»

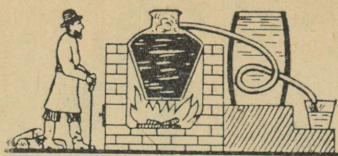
«Aga kust seda saadakse?»

«Vologda kaupmehed veavad seda Uhtast, aga tema,» Zotov osutas apteekrile, «tema puhastab seda, teeb mustast kollast.»

Esimene naftapuhastustehas Venemaal ja kogu maailmas ehitati Uhta jõe ääres, Pustozerski maakonnas Arhangelski kaupmehe Fjodor Prjadunovi poolt. See oli 1745. aastal, Peeter Esimese tütre Jelizaveta Petrovna valitsemise ajal. Peterburis ja Moskvas kasutati tol ajal valgustamiseks küünlaid, väikestes linnades ja külades aga peergusid. Kuid juba siis põlesid paljudes kirikutes «igavesed» lambid. Lampidesse valati põletusõli, mis polnud midagi muud kui puhastatud nafta ja taimeõli segu.

XVIII sajandi viiekümnenendatel aastatel palus Nadõr Urazmetov luba naftatehase ehitamiseks Baškiirias Soki ja Surguti jõgede basseinis, Sergijevski linna lähedal. Kas tehase ehitati, pole teada.

F. Prjadunovi naftapuhastustehas töötas üle kolmekümne viie aasta. Jooniseid ega kirjeldusi F. Prjadunovi tehase kohta pole säilinud. On teadmata, kuidas Prjadunov naftat puhastas.



*Nii saadi sada kolmkümmend
aastat tagasi naftast
petrooleumi.*

Seevastu on säilinud joonis ja kirjeldus teise nafta-destilleerimistehase kohta, mille ehitasid talupojadesõppijad Dubininid 1823. aastal.

Rohkem kui sada kolmkümmend aastat tagasi sõitsid Vladimiri kubermangu mõisaproua krah-

vinna Panina talupojad vennad Dubininid Põhja-Kaukaasiasse Mozdoki linna, mille lähedal toodeti naftat.

Üks vendadest, Vassili, oli meister igasuguste asjade väljamõtlemisele. Oma kodukohas oli ta näinud, kuidas tõrvaajajad utsid puitu. Auku asetati ridvad või palgid, augu põhi tehti kooniliseks ja koonusest viidi toru vaati. Seejärel süüdati latid ja auk aeti kinni, jättes väikese ava õhu juurdepääsuks. Puit miilis ja vaati tilkus tõrv. Jõukamad tõrvaajajad ajasid tõrva suurtes raudkuubides. Selle eeskuju järgi ehitas Vassili Dubinin maailma esimese nafta-destilleerimistehase.

Sõna «tehas» tuleb siin kasutada jutumärkides. Tänapäeva ettekujutuste kohaselt polnud see muidugi tehas, vaid väike töökoda.

Ahju müüriti vaskkaanega katel. Kaanest väljuv vasktoru läbis vaadi, mis oli täidetud veega. Veega täidetud vaadis jahtusid katlast väljuvad naftaaurud ja muutusid vedelikuks, mis seejärel kogunes teise vaati, petrooleumi vastuvõtjasse.

Seadeldis oli lihtne, kuid peaaegu poole sajandi jooksul töötasid kogu maailma nafta-destilleerimistehased Dubininite katla põhimõtte järgi.

Aja jooksul muutus Dubininite katla kuju. Katlad omandasid tsisternide kuju ja neid hakati nimetama destillatsioonikuubideks. Muutus ka jahutaja ja vastuvõtja kuju, kuid destillatsiooni printsiip jäi samaks kui vendadel Dubininitel. Kuubis kuumutati naftat, naftaaurud aga läksid toru kaudu jahutajasse, kus nad veeldusid ehk kondenseerusid. Jahutajast ei väljunud enam must nafta, vaid hele naftasaadus — petrooleum.

Destillatsioonijääk kuubis oli suur, moodustades poole võetud nafta hulgast. Kuubi valatud neljakümnest ämbrist naftast saadi kuusteist ämbrit petrooleumi ja kakskümmend

ämbrit tõrvast jääki ehk masuuti, kuna neli ämbrit «põles», s. t. aurustus destillatsiooniuu juures.

Kuub täideti ning naftat kuumutati ja destilleeriti seni, kuni vastuvõtjasse tulev vedelik oli hele. Niipea kui petrooleum tumenes, kustutati tuli koldes, lasti kuubil jahtuda ja laaditi välja masuut. Seejärel täideti kuub uuesti.

Selline destilleerimisviis oli ehamugav ja vähetootlik. Hoopis mugavam oleks olnud, kui destillatsiooniprotsess oleks toimunud mitte perioodiliselt, vaid pidevalt.

Esimese pidevalt töötava naftadestillatsiooniseadme projekteeris Bakuu naftatööstline Tavrizov 1873. aastal, kuid Tavrizovi projekti järgi tehast ei ehitatud. Esimene pidevalt töötav kuub ehitati 1883. aastal D. I. Mendelejevi projekti järgi Gubonini tehases Kuskovis Moskva lähedal.

Dubininite katel töötas nagu teemasin, kuid nafta pole vesi. Seda asjaolu arvestas geniaalne keemik D. I. Mendelejev.

Nafta koosneb süsivesinikest, mis keevad mitmesugustel temperatuuridel. Kerged süsivesinikud keevad üsna madalatel temperatuuridel, kõige raskemad aga kuni 500 kraadi juures. Destilleerimine erinevate temperatuuride juures andis võimaluse naftast saada mitmesuguseid vedelaid süsivesinikke.

See oli Mendelejevi poolt loodud naftateaduse destillatsioonitehnikasse tungimise esimeseks tulemuseks.

Dubininite «teemasin» töötas juhuslikult, pimesi. Pidev destillatsioon aga oli rajatud nafta füüsikalise-keemiliste omaduste iseärasustele, millest jutustasime IV peatükis ja mis olid hästi teada D. I. Mendelejeville.

Vene päritoluga seadmed nafta pidevaks destilleerimiseks ületasid tol ajal kaugelt välismaisi seadmeid.

Kuni toruahjude ja rektifikatsioonikolonnide tarvituselevõtmiseni kasutas kogu maailm andekate vene talupoegade-iseõppijate Dubininite poolt leiutatud seadmeid.

Toruahjudega seadmed

Kuubpatareides aurustusid algul kõige kergemad süsivesinikud, seejärel järjekorras ikka raskemad ja raskemad.

Aurud kondenseeriti eraldi, kusjuures igal kuubil oli oma kondensaator ja jahutaja.

Kõik see oli äärmiselt kohmakas. Patareid koosnesid kümnest kuni viieteistkümnest kuubist ja igal kuubil oli oma küttekolle. Võimsad pihustid õgisid tohutud hulgad

naftat. Tuli mühises koldeš, nii et maa värises. Kuubidest kiirgas kuumust. Seetõttu asetati kuubpatareid lahtise taeva alla. Ainult mõnikord ehitati piki koldeid ülevalt kaetud ja külgedelt avatud galeriid.

Raske oli kuubides hoida ettenähtud temperatuuri. Kogu aeg tuli reguleerida pihustite leeki ja suurendada või vähendada nafta andmist esimesse kuubi. Vähimagi tähelepanematusel puhul paiskus keev nafta ühest kuubist teise, millega sagedasti kaasnesid plahvatused ja tulekahjud. Leiutajate mõte oli seetõttu suunatud uute, täiuslikumate destillatsioonimeetodite leidmisele.

Sellise meetodi leiutasid insenerid Šuhhov ja Gavrilov. 1891. aastal töötasid nad välja toruahjuga seadme nafta fraksioneerivaks destilleerimiseks, sealjuures ka destilleerimiseks koos süsivesinike lagundamisega ehk nn. krakkimisega (vt. lk. 188—191).

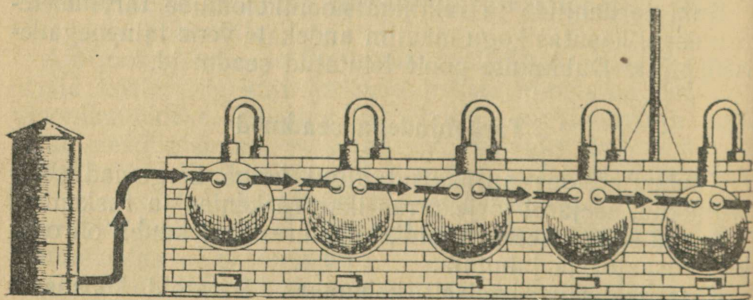
Šuhhovi ja Gavrilovi poolt leiutatud seade avas naftatöötlemistehnikas uue ajastu.

Selle seadme põhimõtet kasutatakse tänapäeval peaaegu kõikides maailma naftatöötlemistehastes.

Kaasaegsed naftadestillatsiooniseadmed ei sarnane sugugi kuubpatareidega.

Kogu kuubpatareid, kui paljudest üksikkuubidest ta ka koosneks, asendavad üks ahi ja kolonn.

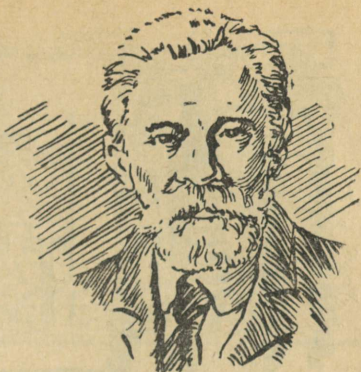
Naftadestillatsiooniseadmete ahjud on omapärased. Välistelt sarnanevad nad akendeta ja usteta majaga. Nad laotakse parimatest tulekindlatest tellistest. Ahju sisemuses on torud. Seepärast nimetataksegi neid ahje toruahjudeks. Kui kõik torud asetada ühele joonele, siis on nende pikkus umbes üks kilomeeter.



Osa kuubpatareist.

Kui tehas töötab, siis voolab nendes torudes suure kiirusega, kuni kaks meetrit sekundis, nafta. Samal ajal ulatub ahju võimsate pihustite leek. Leegi pikkus küünib mitme meetrini. Pihustid tõstavad temperatuuri ahjus kuni 1000 kraadini.

Ahjus kuumeneb nafta torudes voolamise jooksul 300—325 kraadini. Sellise temperatuuri juures suurem osa naftast aurustub. Naftaaurud suunduvad koos aurustumata jäägiga ahjust seadme teise ossa — rektifikatsioonikoloni.



V. G. Šuhhov.

Kaasaegne rektifikatsioonikolonn kujutab endast hiiglasuurt terrasilindrit, mille läbimõõt on kaks kuni neli meetrit ja kõrgus kuni nelikümmend meetrit.

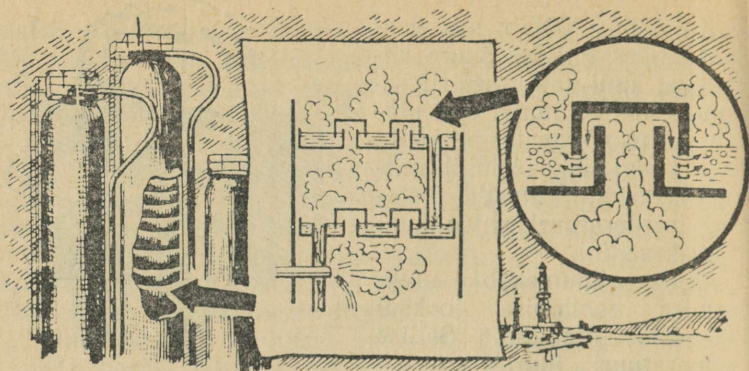
Koloni sisemus on jaotatud paljudeks korrusteks. Mõnedes kolonnides on selliseid korruseid üle kolmekümne. Iga korrust nimetatakse taldrikuks. Taldrikutes on torudega varustatud avaused. Torude otstele on asetatud kuplid, mille alumistes äärtes on pilud.

Ahjust väljuvad naftaaurud ja aurustumata jääk juhitakse koloni alumisse ossa. Aurustumata jääk voolab pideva joana koloni alumistele taldrikutele, aurud aga tungivad ülespoole. Nad läbivad kuplitega varustatud torud ja jahutuvad, kusjuures raskemad aurud muutuvad vedelikuks. Vedelik täidab taldrikud kuni ülevooluläve kõrguseni ja hakkab seejärel ülevoolutorude kaudu voolama allpool olevatele taldrikutele.

Ahjust väljuvad pidevalt aurud. Neil on ainult üks tee — läbi torukeste ja kuplite ülespoole. Kuplite pilud on aga kaetud vedelikuga ja aurud peavad läbima vedelikukihi. Selle tagajärjel aurude jahtumine suureneb.

Koloni alumises osas, ahjust tulevate aurude sisenemiskoha lähedal kondenseeruvad kõige raskemad aurud, kerged aurud aga tungivad järgmistele taldrikutele, kus nad järk-järgult samuti kondenseeruvad vedelikuks.

Mida kõrgemal on taldrik, seda heledamad ja kergemad vedelikud paigutuvad temale.



Rektifikatsioonikolonne taldrikud ja kuplid.

Kolonnis toimub mitte ainult süsivesinike lahutamine keemistemperatuuride järgi, vaid samaaegselt ka tekkinud vedelike täiendav keetmine.

Selleks juhitakse kolonni alumisse ossa ülekuumendatud veeauru, ülemisest osast aga antakse kolonni tagasi-jooksu — jahutatud bensiini.

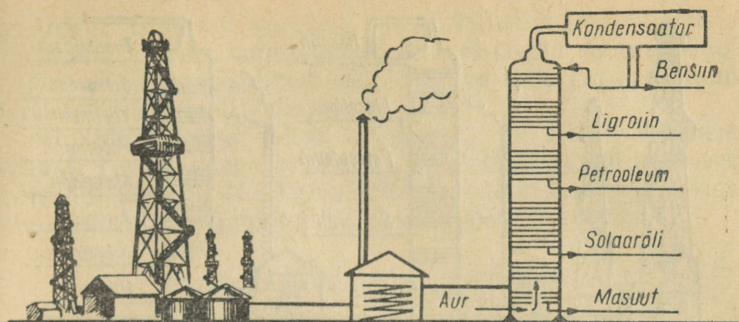
Aur kuumendab aurustumata jääki, tõrjub sealt veel kord välja kerged süsivesinikud ja kannab nad endaga kaasa kolonni ülemisse ossa. Kõige alumistele taldrikutele voolab kergetest süsivesinikest vabastatud raske jääk, viskoosne masuut. Aurud aga ületavad taldriku taldriku järel, tungides kolonni ülaossa. Neile vastu voolab taldrikult taldrikule juba kondenseerunud vedelik.

Algul kondenseeruvad kõrge keemistemperatuuriga süsivesinike aurud. See on solaarfraktsioon — 300 kraadist kõrgemal temperatuuril keevate süsivesinike segu. Vedel solaarõli täidab alumised taldrikud ülevooluläveni. Ahjust tulevad aurud tungivad mullidena läbi solaarõli kihi.

Aurude temperatuur on kõrgem solaarõli temperatuurist ja solaarõli hakkab uuesti keema. Alla 300 kraadi keevad süsivesinikud lahkuvad temast ja tungivad kolonni ülemisse ossa petrooleumisektsiooni taldrikutele.

Kolonni taldrikud on jaotatud sektsioonideks. Iga õli-fraktsiooni jaoks on oma sektsioon ja väljavõtukoht.

Naftafraktsioonid grupeeruvad vastavatesse sektsioonidesse, kusjuures igal fraktsioonil on kindlad keemispriid, s. t. kindel keemise algus- ja lõpptemperatuur.



Nii saadakse naftast primaardestillatsioonil bensiini, diislikütust, petrooleumi ja teisi produkte.

Kui vastav fraktsioon on sektsioonis eraldunud, väljub ta kolonnist soojusvahendajasse, kus ta oma soojusesisalduse arvel kuumendab ahju minevat toornaftat, seejärel aga läheb jahutajasse ja jahutajast vastuvõtjasse. Kolonni ülemisest sektsioonist väljub bensiini destillaat, järgmisest ligroin, edasi petrooleum, seejärel solaarõli. Pärast teatavat puhastamist muutuvad destillaadid turuproduktideks. Mõnikord pole üldse vajadust destillaatide puhastamiseks ja kolonnist saadakse otsekohe turuproduktid.

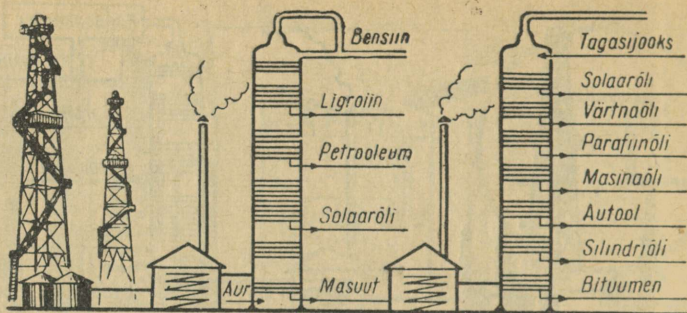
Kolonni tipust väljuvad kõige kergemad bensiiniaurud. Nende kondenseerimine toimub väljaspool kolonni asuvas kondensaator-jahutajas.

Nii töötavad kolonnid atmosfääri rõhul.

300—325 kraadi juures ei destilleeru nafta veel täielikult. Destillatsioonijärgis — masuudis — on süsivesinikke, mis ei kee selle temperatuuri juures ega aurustu seetõttu. Kui tõsta destillatsiooni temperatuuri, kerkib üles tõsine takistus: süsivesinike molekulid hakkavad lagunema, killustudes väiksemateks osadeks. Nafta laguneb gaasiks ja raskeks, veelgi viskoossemaks masuudiks.

Naftatöötledjad leidsid meetodi kõrge keemistäpiga süsivesinike destilleerimiseks nii, et need ei laguneks. Selleks rakendasid nad ammutuntud füüsikaseadust: mida madalam on rõhk vedeliku kohal, seda madalamal temperatuuril see vedelik keeb.

Vesi keeb 100 kraadi juures ainult siis, kui rõhk on üks atmosfäär ehk 760 millimeetrit elavhõbedasammast. Kõrgel mäel, kus rõhk on madalam ja baromeeter näitab 450 mil-



Atmosfäär-vaakuumdestillatsiooni skeem.

limeetrit elavhõbedasammast, keeb vesi 86 kraadi juures. 160 millimeetrini alandatud rõhul keeb vesi 60 kraadi juures.

Sama toimub ka naftaga. Masuudis leiduvad süsivesinikud keevad temperatuuril üle 350 kraadi. Toruahjus, kus naftat ei kuumendata üle 325 kraadi, ei kee ega aurustu sellised süsivesinikud.

Kui aga rõhku alandada, siis keevad nad 300 kraadi juures ja isegi madalamal, sõltuvalt sellest, kui palju on rõhku alandatud.

Sellele seaduspärasusele on rajatud vaakuumdestillatsioon, s. t. destillatsioon alandatud rõhul.

Atmosfäärkolonnist väljuv masuut läheb uuesti ahju. Seal teda kuumutatakse ja ahjust läheb ta rektifikatsiooni kolonni, milles rõhk on alandatud.

Atmosfäär- ja -kolonnis mitte aurustunud süsivesinikud hakkavad siin keema ja aurustuvad. Sellist destillatsiooni nimetatakse vaakuumdestillatsiooniks. Vaakuumkolonnis lahutatakse masuudiaurud nagu atmosfäärkolonniski keemispiiride järgi fraktsioonideks. Kaasaegsetes tehastes destilleeritakse naftat nii atmosfääri rõhul kui ka vaakumis. Kõige sagedamini koosneb tehas nii atmosfäärkui ka vaakumseadmest. Seepärast nimetataksegi niisuguseid seadmeid atmosfäär-vaakuumseadmeiks.

Seadme atmosfäärkolonnist saadakse bensiini, ligroini, petrooleumi, solaarõli ja masuuti, vaakumseadmest aga toormäärdeõlide destillaate: solaarõli, värtnaõli, parafiinõli, masinaõli, autooli, silindriõli ja jäägina bituumenit, sedasama bituumenit, millest õhku läbi puhudes saadakse

gudroon. Gudroon segatuna peene killustikuga ja jämeda liivaga on asfalt, millega kaetakse tänavaid ja maanteid. Toruahjudega seadmete tootlikkus on mitu korda suurem kuubpatareide tootlikkusest.

Siin kasutatakse naftat paremini ja põletatakse vähem kütust. Toruahjudega seadmetes on destillatsiooni protsessi hõlpsam kontrollida. Kaasaegsetes seadmetes teevad seda automaadid, mis juhivad ise destillatsiooni protsessi.

Naftadestillatsioonitehases

Kevadel, veidi aega enne eksameid pöördus füüsika õpetaja tunni lõpul klassi poole:

«Me elame naftadestillatsioonitehase lähedal, kuuleme iga päev tema müra, kuid tehases pole käinud.»

«Oleme juba ammu tahtnud sinna minna!» hüüdsid õpilased kooris.

«Kui olete nõus, siis läheme homme. Ma leppisin juba tehase direktsiooniga kokku. Kella kümneks sõitke autobussil tehase rajooni lõpp-peatusse.»

... Kella kümneks oli kogu klass määratud kohal. Lapsed moodustasid rivi ja hakkasid liikuma.

«Pööranud maanteelt ära, nägid õpilased, et tehase juurde viib suurepärane asfalteeritud tee, mis on äärestatud noorte akaatsiatega. Muld akaatsiate all oli rehitsetud — seal pidid varsti tärkama ka lilled.

Tee alguses oli lippudega ehitud värav. Sissepääsu juures hoiatati lapsi:

«Kellel on tikud kaasas, jätku need parem siia hoiule. Tehase territooriumil ei tohi tuld süüdata.»

Mindi mööda teed edasi ja varsti oli näha kogu tehase.

Veidi paremal kerkis kõrge metallkorsten, mis oli kinnitatud tõmbitsatega. Selle taga oli näha ahi, vasakul aga võimsad kolonnid.

Ahjust kostis leegi mühin.

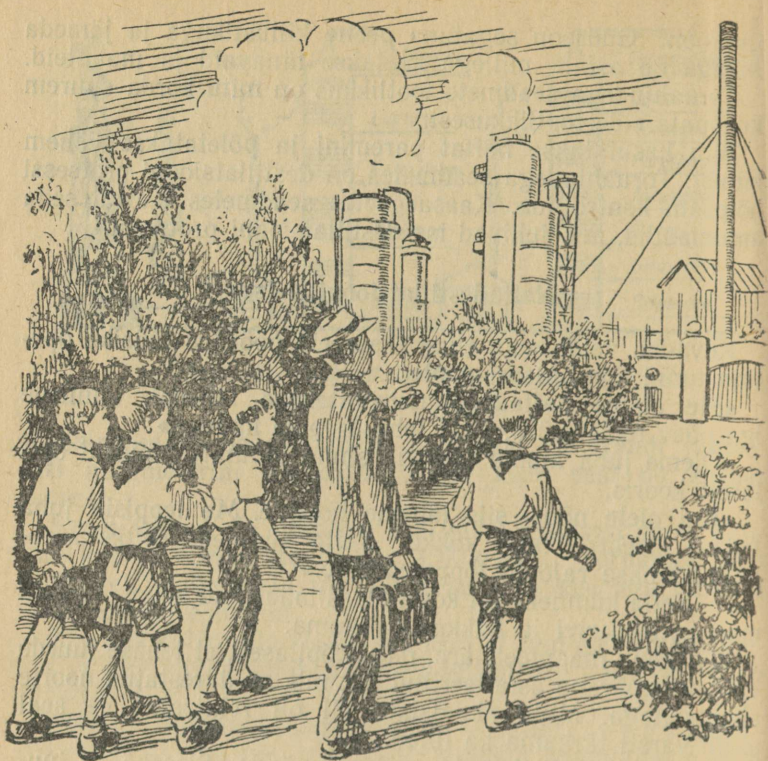
Mindi ümber ahju.

Kus on siis teenindav personal? Kes valvab kolde järele?

Mitte ainult ahju juures, vaid kogu tehase territooriumil polnud näha hingegi.

Milline väljasurnud riik!

Oli täiesti selge, et tehase töötab. Ahjud mühisesid. Maa värises kergelt jalge all. Mõnikord kostis maa alt kopsivat hääliitsust: tok, tok, tok.



Ekskursioon läheb tehasesse.

Need hääled ei tulnud ühest kohast — nad sõna otseses mõttes liikusid maa all. Ja lastele näis, et seal, nende jalgade all, puhtaks pühitud ja isegi veega uhitud katte all liiguvad hiiglasuure kiirusega mingisugused gigantsed kolvid.

«Mis see on?» küsisid nad ekskursiooni saatvalt insenerilt.

«Torujuhtmed,» vastas insener. «Nad asetsevad siin mitme korrusena. Ühtedes voolab nafta, teistes bensiin, kolmandates petrooleum. Läheme pumbamajja, seal on näha.»

Lapsed läksid kolonnist mööda. Lähedalt näis ta eriti võimsana ja kõrgena. Tema läbimõõt võis olla nelja meetri

ümber, üles vaadates aga näis, et tema tipust väljuvad torud puudutavad pilvi. Lapsed teadsid, et kolonnist saadakse bensini. Aga kuidas? See oli seni mõistatuseks. Läbi kolonni paksude metallseinte polnud midagi näha, kuulda aga oli ainult langeva vedeliku kerget kohinat.

Üks õpilastest läks inseneri juurde ja kõigile ootamatult esitas talle küsimuse:

«Kuidas te näete, mis toimub kolonnis?»

Insener muigas.

«Kuidas? Selleks on meil aparaadid, mis aitavad näha ja teada saada, mis toimub kolonnis ja teistes aparaatides, mida tehase töötamise ajal ei saa avada. Need aparaadid on koondataud, näete, sellesse majja. Samas asub ka tehase valveoperaator.» Ta osutas väikesele hoonele pumbamaja taga.

Pumbamajas oli puhas ja valge. Väikesed masinad asetsesid kahes reas kogu ruumi pikkuses.

Ja jälle ei kohanud ekskursandid ühtegi inimest. Masinad töötasid ise. Ühed pumpasid naftat ahju, teised pumpasid kolonnist masuuti ja surusid teda soojusvahendajatesse. Iga pumba juurde tuli põranda alt must toru, teiselt poolt aga läks teine toru põranda alla.

Insener viis lapsed äärmise pumba juurde. Pump ei sisenud ega võppunud.

«Kas see on reservpump?» küsis õpetaja insenerilt.

«Jah. Ta töötab ainult siis, kui naaberpump langeb rivist välja või kui selle võimsusest ei piisa.»

«Kas te ei võiks teda käima lasta?»

«Ei. Kui ta ei tööta, siis tähendab, et tööga tuleb toime tema paarimees.»

Sel momendil pump korraga elustus. Ta hakkas järsku mühisema ja pingutatult võppuma, nagu oleks ta tahtnud end kohalt lahti kiskuda. Ta ei töötanud aga kaua. Keegi nähtamatu lülitas ta välja ja pump tardus uuesti.

«Näete,» selgitas insener lastele, «pumba töötamine on läbi. Momendil, kui me seisime pumba juures, tõusis nafta temperatuur ahjus üle kolmesaja kahekümne viie kraadi. Termomeeter, mis asub ahjust väljuvas torus, signaliseeris sellest juhtmeid mööda operaatoriruumi ja otsekohe reageerisid sellele elektrilised aparaadid ning lülitasid sisse täiendava pumba. See suurendas külma nafta andmist ahju ja töötas seni, kuni temperatuur muutus normaalseks. Kui aga temperatuur muutus normaalseks, lülitasid operaatoriruumis olevad aparaadid pumba välja.»

Pumbamajast siirdusid ekskursandid operaatoriruumi, tehast juhtivate salapärase aparaatide riiki.

Hiiglasuurel kilbil, mis kattis peaaegu kogu seina, olid mitmes reas näha aparaatide ümmargused ja nelinurksed skaalad.

Manomeetrite osutid värisesid, näidates mitmesuguseid rõhke. Mingisugused mõistetamatu aparaadid kirjutasid pidevalt midagi aeglaselt liikuvale paberlindile.

Insener püüdis asja lastele selgeks teha. Ta näitas aparate ja selgitas:

«See on potentsiomeeter, mis reguleerib toite temperatuuri ahjust väljumisel. See aparaat näitab toite temperatuuri ahjus. See aparaat aga, mis näitab temperatuuri kolonni tipus, reguleerib tagasijooksu kolonni andvate pum-pade tööd. See potentsiomeeter registreerib kolonni temperatuuri korruga neljas kohas. Rõhku kolonnis aga näitab see manomeeter siin. Nende aparaatide abil saame teada kõik, mis toimub selles suures kolonnis, mille sisemusse te tahtsite vaadata.»

See oli tõepoolest imestamisväärne. Lapsed piilusid kilbi taha ja nägid seal kujuteldamatut hulka juhtmeid, kümneid väikesi mootoreid ja mingisuguseid keerukaid seadmeid, mis sarnanesid raadiovastuvõtjatega.

Alles siin sai neile selgeks naftadestillatsioonitehase näiv lihtsus ja tõeline keerukus.

Automaadid tegid siin kõik. Nad juhtisid kogu protsessi. Ainus, mida nad ei saanud teha, oli seadme remontimine.

Operaatoriruumist viis insener lapsed vastuvõtuosakonda. Nad möödusid jahutajast — torudest koosnevast seadeldisest. Ülevalt ja külgedelt piserdasid torusid sajad veejoad. Torudelt eraldus auru. Kogu jahutaja oli ümbritsetud auruga nagu näärivana vatiga.

Vastuvõtuosakonnas nägid lapsed puhtas valges kitlis tütarlast, kes neile sõbralikult naeratas.

Akende juures piki seina seisid suured klaasist silindrid, mis olid kaetud samuti klaasist kuplitega. Silindrid olid ühe kolmandikuni täidetud vedelikuga. Mõnedes neist oli vedelik niivõrd värvitu, et teda oli raske eraldada klaasist, teistes aga oli vedelik õlgkollane. Igas järgmises silindris oli vedelik eelmisest tumedam.

Vedelik tungis silindri põhjast allikana sisse, kuid tema tase ei tõusnud. Ilmselt voolas vedelikku liig pidevalt silindrist ära.

Tütarlaps läks kord ühe, kord teise silindri juurde ja kirjutas midagi. Vedelikus ujus vertikaalasendis mingisugune pikakaelaline katseklaas.

«See on areomeeter,» seletas tütarlaps ja ootamata laste küsimust, lisas: «Mina märgin üles produkti erikaalu.»

«Tähendab, te määrate tehases toodetavate produktide kvaliteeti?» arvas Zenja.

«Jah.»

«Kas see on bensiin?»

«Jah, kuid eriline. Soovite proovida?»

Ta avas mingisuguse kraani ja valas kiiresti väikesesse klaasi peaaegu värvitut vedelikku.

«Andke käsi.»

Üks õpilastest sirutas teistest kiiremini peopesa ette ja tütarlaps valas sinna mõned tilgad bensiini.

«Sulgege silmad.»

Sekundi pärast käsutas ta uuesti:

«Nüüd avage!»

Peopesal polnud enam midagi. Kohale, kuhu oli valatud bensiin, oli jäänud ainult valge laik. Kõik nägid, kuidas peaaegu silmapilkselt aurustus kogu bensiin.

«See on kõige kergem bensiin,» seletas tütarlaps.

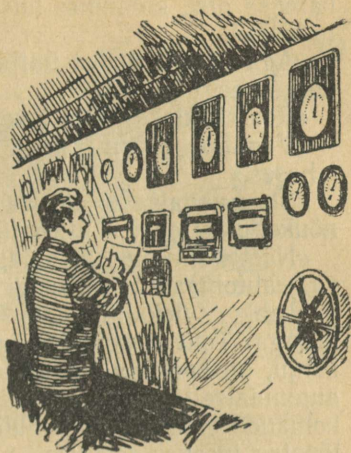
Siis esitas õpetaja küsimuse:

«Aga kui selle bensiini erikaal ei tule selline nagu teile tarvis, mis te siis teete? Te ju ei saa tehase tööd muuta, sest tehast juhivad automaadid.»

«Ma teatan valveoperaatorile ja tema muudab nende aparaatide režiimi, mis reguleerivad kolonni tipu temperatuuri.»

Tehase vaatamine oli lõppenud. Nähtust hämmeldunud lapsed seisis veel mõne aja vastuvõtja juures.

Nad teadsid, et ümbertöötamisele läheb must nafta, mida saadakse naftatööstustest. Ta läbib ahju, kolonni ja jahutaja ning väljub viimasest bensiinina, petrooleumina ja solaarõlina. Masuut aga ei lähe vastuvõtjasse; ta pum-



*Naftadestillatsioonitehase
operaatoriruumis.*

batakse otse kolonnist teise tehasesse edasiseks ümbertöötamiseks.

«Aga räägiti ju, et naftatehastes on must ja ohtlik,» pomises keegi õpilastest.

«Kes rääkis?» küsis insener.

«Vanaisa. Ta on praegu pensionil, kuid varem töötas ise tehases.»

«Sinu vanaisa töötas vanades tehastes, see aga on uus, nõukogulik tehas,» ütles tütarlaps.

«Näete, siin on puhas nagu sanatooriumis. Ohtu aga näevad automaadid aegsasti ette ja hoiatavad. Kui kuskil puhkebki tulekahju, siis kustutatakse see automaatselt auruga. Tehase kõikides kohtades, kus võib puhkeda tulekahju, on spetsiaalsed aurutorustikud. Nad hakkavad tööle automaatselt, niipea kui puhkeb tuli. Meie tehase tuletõrjekomando elab hoopis rahulikumalt kui teie linnakomando,» lõpetas insener seletuse.

Tehase territooriumil tundsid lapsed kerget bensiinilõhna. Veidi tugevamini lõhnas bensiini järele vastuvõtuosakonnas.

Kui nad aga läksid tehastest autobussipeatusse, kandis soe tuul neile vastu õitsvate moonide meeldivat lõhna. Tehast ümbritsevatel kinkudel õitsesid parajasti suured helepunased moonid.

Krakkimine

Toruahjudega ja rektifikatsioonikolonnidega seadmed nafta destilleerimiseks olid naftatöötlejatele suureks kingituseks. Naftast saadi kätte kogu bensiin ja petrooleum.

Kuid...

Jälle «kuid». Jälle leidis midagi, mida oli tarvis parandada. Destillatsioonijäägiks jäi masuut.

Masuut on viskoosne ja must, kuid koosneb hinnalistest süsivesinikest. Teadlased otsisid kaua neile süsivesinikele sobivamat kasutamist. Masuuti põletati vedurite ja aurikute küttekolletes. Hinnalised süsivesinikud põlesid, naftatöötlejad aga vaatasid murega suitsu.

Juba 1876. aastal kutsus D. I. Mendelejev naftatöötlejaid üles uurima «kuumuse toimet rasketele naftaõlile». Geniaalne teadlane nägi ette, et see «kuumuse toime» viib hoopis uue naftatöötlemismeetodini.

Selle uue meetodini jõudsid naftatöötlejad alles pool sajandit pärast D. I. Mendelejevi üleskutset.

Esimene tehas nafta krakkimiseks ehitati Venemaal.

Juba möödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel teostasid D. I. Mendelejev, A. A. Letni ja teised nafta krakkimist bensooli, toluuoli ja valgustusgaasi saamiseks.

1885. aastal teostas ja patenteeris Bakuu naftatöötaja G. V. Aleksejev nafta krakkimise kuubis. 1891. aastal aga leiutasid

Šuhhov ja Gavrilov toruahju pidevaks destilleerimiseks ja krakkimiseks. Kuid nafta ümbertöötamine Šuhhovi meetodil andis palju bensiini ja bensiiniga polnud tol ajal midagi peale hakata. Bakuu naftatöösturid organiseerisid isegi konkursi parimale bensiini hävitamise meetodile.

Bensiini põletati ja valati merre.

Laialdases ulatuses hakati krakkimist kasutama hiljem, kui ilmusid autod, traktorid ja lennukid, s. o. juba XX sajandil.

Ameerikas ehitati esimene krakkimisseade Šuhhovi skeemi järgi.

Kolmkümmend aastat tagasi pöördus ameerika firma Cross kohtu poole kaebusega, et firma Dubbs on omastanud tema leiutise — krakkimise. Cross nõudis Dubbsilt suure summa leiutise «ebaseadusliku» kasutamise eest.

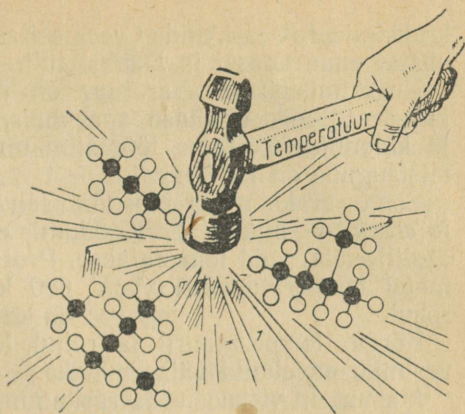
Kohus kaldus Crossi kasuks. Dubbsi olukord muutus halvaks. Dubbsi päästis advokaat. Advokaat teatas kohtus:

«Krakkimist pole leiutanud ei Cross ega Dubbs, vaid vene insener Šuhhov.»

Šuhhov elas siis veel. Ameeriklased sõitsid tema juurde Moskvasse ja küsisid:

«Millega te tõestate, et krakkimise leiutasite teie?»

Šuhhovil aga polnudki tarvis tõestada. Ta lihtsalt võttis sahtlist dokumendid ja esitas need ameeriklastele. Dokumentidest oli selgesti näha, et Šuhhov patenteeris sama



Süsivesinike pikad ahelad purunevad.

krakkimisprotsessi, mida Cross esitas omana, kolmkümmend aastat enne Crossi ja Dubbsi tüli.

Krakkimistehase aparatuur on peajoontes samasugune kui destillatsioonitehase aparatuur. Ta koosneb ahjudest ja kolonnidest. Tema töörežiim on aga teistsugune ning teistsugune on ka lähteaine.

Sõna «krakkimine» tähendab lõhustamist (inglise keeles *to crack* — murdma). Krakkimistehases süsivesinikke ei destilleerita, vaid lõhustatakse. Protsess viiakse läbi kõrgematel temperatuuridel (kuni 600 kraadi) ja kõrgendatud rõhul.

Kõrgel temperatuuril ja rõhul lagunevad suured süsivesiniku molekulid väiksemateks.

Masuut on viskoosne ja raske ning tema erikaal on lähedane ühele, sest ta koosneb keerukatest ja suurtest molekulidest.

Masuudi krakkimisel katkevad pikad süsivesinikuahelad ja muutuvad lühemaks. Heledad naftaproduktid — bensiin, ligroiin ja petrooleum — koosnevadki just sellistest süsivesinikest, milles süsinikuaatomite arv pole suur.

Masuut on primaardestillatsiooni jääk. Krakkimisseadmes töödeldakse teda ja temast saadakse seal nagu naftast primaardestillatsioonilgi bensiini, ligroini ja petrooleumi.¹

Värvilisel joonisel on näidatud nõukogude kaheastmelise krakkimisseadme lihtsustatud skeem. Jooniselt on näha, kuidas krakkimise lähteaine, mis läbib neli kolonni ja kaks ahju, muudetakse bensiiniks, petrooleumiks ja solaarfraktsiooniks. Et skeem oleks ülevaatlikum, pole näidatud petrooleumi väljumist kolonnist nr. 2 ja paljusid teisejärgulisi aparate ja torujuhtmeid. Krakkimisseadmest ei lähe bensiin ja petrooleum kohe valmistoodangu tsisternidesse, nagu on näidatud joonisel, vaid läbivad enne seda gaasieraldajad, jahutajad, rafinatsiooni- ja stabilisatsiooniseadmed.

Joonisel pole näidatud ka operaatoriruumi, kust operaator kontroll-mõõteriistade ja automaatregulaatorite abil juhib seadme tööd.

Primaardestillatsioonil toimuvad naftas ainult füüsikalised muudatused. Naftast destilleeritakse välja kerged frakt-

¹ Masuudi krakkimine on praktiliselt raskesti teostatav, sest sealjuures tekib palju koksi ja gaasi. Seepärast ei vääristata masuuti krakkimise teel, vaid krakkimise tooraineks on primaardestillatsioonil saadud solaarfraktsioon. *Tõlk.*

sioonid, s. t. temast eraldatakse madalatel temperatuuridel keev ja väiksematest molekulidest koosnev osa. Süsi-
vesinikud ise seejuures ei muutu.

Krakkimisel muundub nafta keemiliselt. Muutub süsi-
vesinike ehitus. Krakkimisseadme aparaatides toimuvad
keerukad keemilised reaktsioonid.

Peamist tähelepanu pööratakse bensiinile. Teda püütakse
saada võimalikult palju ja võimalikult kõrgekvaliteedilist.

Mis on bensiin

Paljudele vist näib see küsimus imelikuna. Bensiin on
selline üldtuntud aine, mida peaksid tundma kõik.

Seejuures aga valmistab bensiin palju ootamatuid ülla-
tusi mitte ainult neile, kes teda tarvitavad, vaid ka neile,
kes teda toodavad, s. o. isegi naftatöötlejale.

Bensiini peab tundma ja hoidma. Ta on väga väärtuslik
ja koostiselt keerukas produkt, kuigi ta välimuselt sarnaneb
veega.

Lennukite, autode ja traktorite arv kasvab meie maal iga
päevaga. Kogu see kolossaalne masinate hulk, mis lendab
õhus ning veereb automagistraalidel ja külavaheteedel meie
möötmatul kodumaal, on peaaegu lakkamatus liikumises.
Masinad on meil koormatud rohkem kui mistahes teisel
maal maailmas, sealhulgas ka Ameerika Ühendriikides.

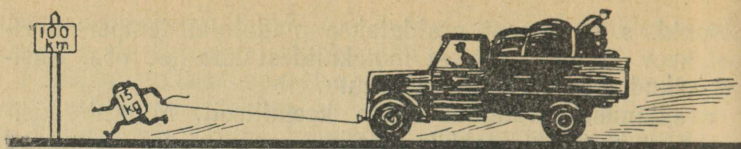
Selleks, et masinad saaksid vaheaegadeta töötada, on
tarvis neid pidevalt varustada bensiiniga.

Kui palju on tarvis bensiini, et panna liikuma seda masi-
nate hiigelhulka?

Kes ei tea, mis on bensiin, arvab, et väga palju. Ja töö-
poolest tarvitatakse meil bensiini päris aukartustäratavas
koguses. Kui aga kõrvutada bensiini kogust masinate hul-
gaga ja nende koormatusega, siis selgub, et bensiinitarvi-
dus polegi nii suur.

Selle põhjuseks on asjaolu, et bensiin sisaldab tohutut
energiat. Vaadake joonisele leheküljel 192. Ta sarnaneb
karikatuuriga. Väike bensiininõu veab enda järel poolteise-
tonnist autot «ГАЗ-MM» (endine nimetus «ГАЗ-AA») koor-
maga Moskvast Serpuhhovisse, 100 kilomeetri kaugusele.

Autol on poolteisetonnine koorem ja auto ise kaalub üle
poolteise tonni. 15,5 kilogrammi bensiini sõidutab kolme-
tonnise koorma kiiresti 100 kilomeetri kaugusele.



Bensiini põletatakse mootori silindrites selleks, et muuta seejuures saadav soojus mehaaniliseks energiaks.

Bensiini kütteväärtus on suurem kui mistahes teisel põleva vedelikul.

See on peaaegu kuusteist korda suurem kui püssirohul ja seitse korda suurem kui nitroglütseriini, millest valmistatakse dünamiiti.

See on peaaegu kolm korda suurem kui võimsal lõhkeainel trinitrotoluoolil (trotüül).

Üks kilogramm autobensiini eraldab põlemisel 11 000 kilokalorit soojust (kilogramm aviobensiini aga 12 000).

Üks kilogramm nitroglütseriini eraldab plahvatusel ainult 1485 kilokalorit ja kilogramm püssirohtu kõigest 697 kilokalorit soojust.

Esimestes sisepõlemismootorites püüdsid inimesed kasutada püssirohtu, kuid sellest ei tulnud midagi välja.

Sisepõlemismootorid hakkasid levima alles siis, kui õpiti nendes kasutama bensiini.

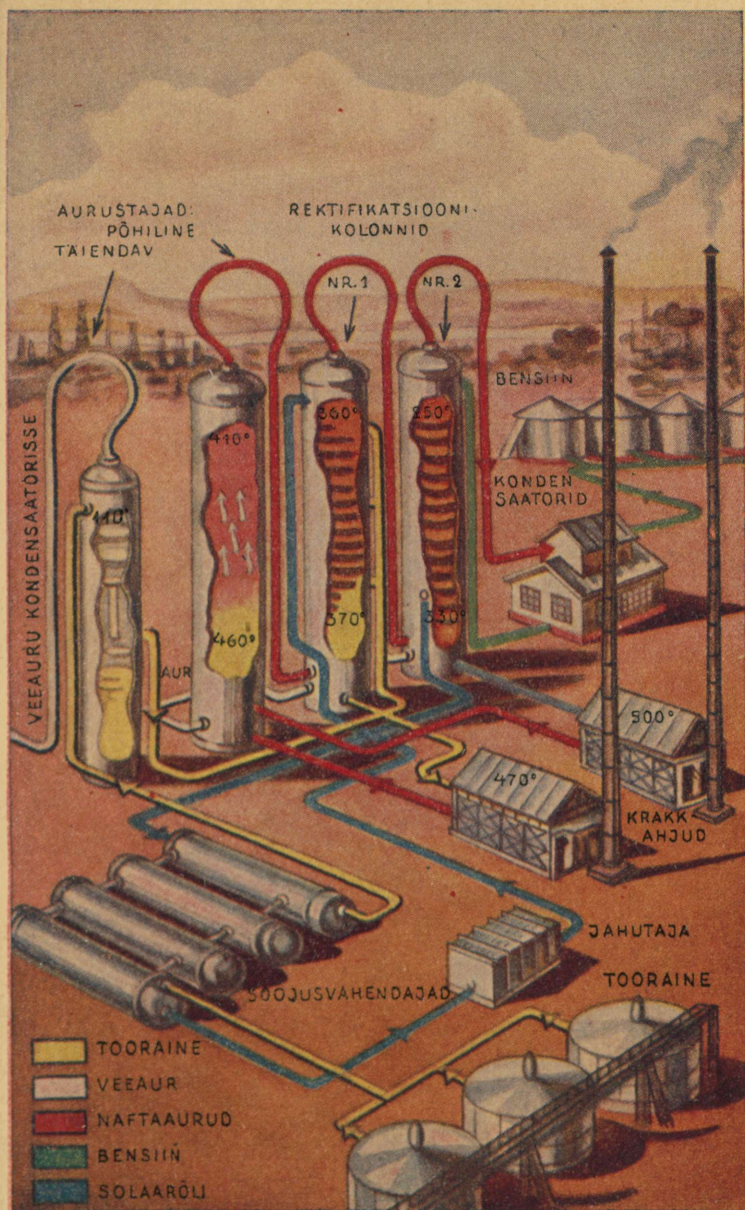
Saadame sama auto «ГАЗ-ММ» sama koormaga mitte 100, vaid ainult 1 kilomeetri kaugusele. Bensiini on sel juhul normi kohaselt vaja 155 grammi, kuid me lisame juhile omalt poolt 15 grammi «ettenähtamatuteks juhtudeks», mida ka sagedasti esineb, s. o. lubame talle 170 grammi ehk umbes ühe teeklaasi täie bensiini.

Nüüd laskume ebatõenäolistena näivate arvutuste valdkonda.

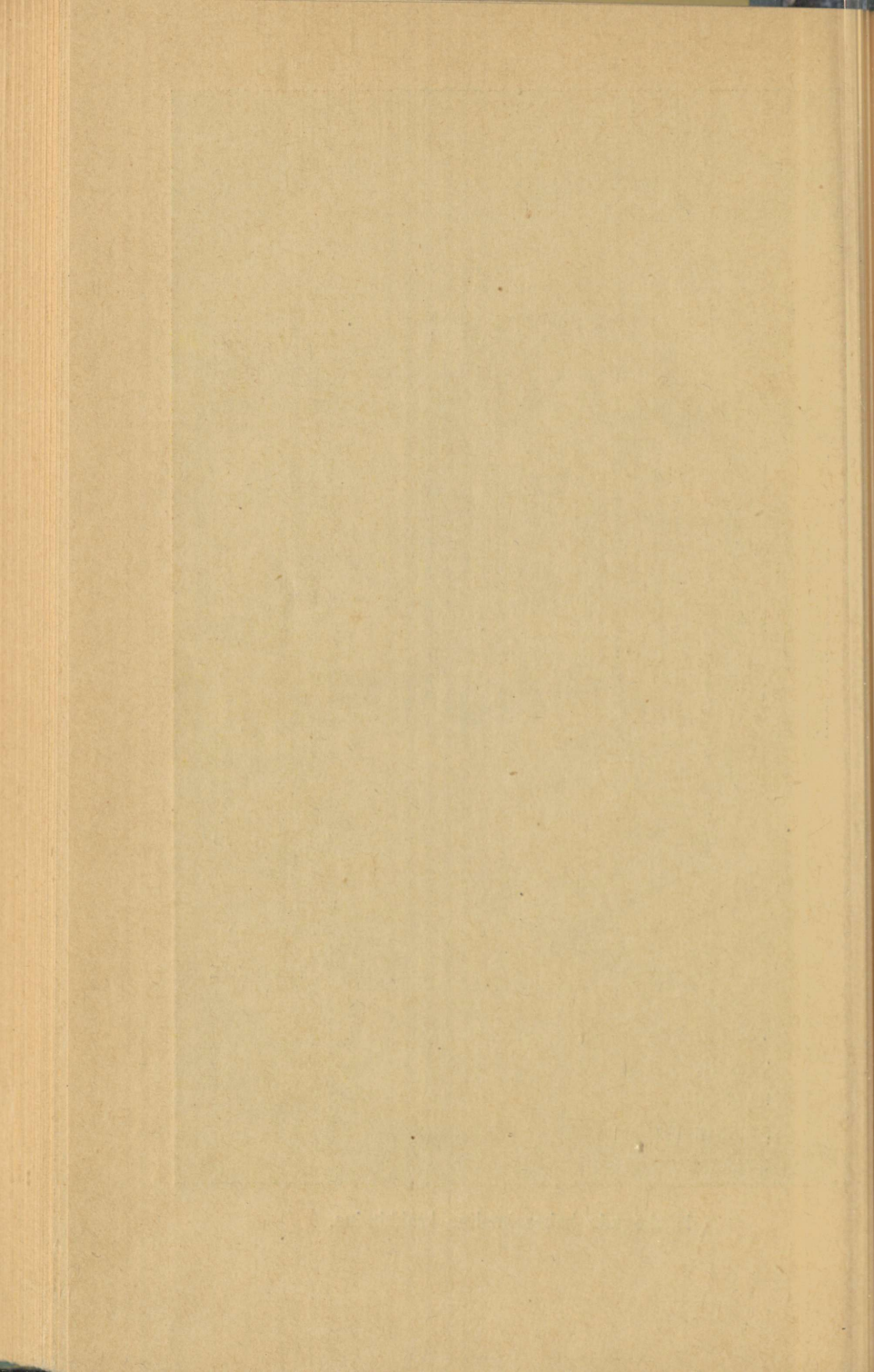
1 kilomeetri läbimiseks täie koormusega ja kiirusega 50 kilomeetrit tunnis vajab auto «ГАЗ-ММ» 72 sekundit.

Nende 72 sekundi jooksul põletab 45-hobujõulise võimsusega mootor klaasitäie bensiini ja töötab katkestamatult, tehes igas sekundis 3375 kilogramm-meetrit tööd (1 HJ-sekund=75 kilogramm-meetrit tööd).

72 sekundi jooksul teeb mootor 243 000 kilogramm-meetrit tööd. Kilogramm-meeter on teatavasti tööhulk, mida tuleb teha 1-kilogrammise raskuse tõstmiseks 1 meetri kõrgusele.



Nõukogude kaheastmeline krakkimine.



Järelikult 170 grammi bensiini võib tõsta 243-tonnise massi 1 meetri kõrgusele.

See pole aga kogu bensiini jõud. Bensiin on hoopis tugevam. Klaasitäis bensiini võib tõsta mitte 243 tonni, vaid kolm korda rohkem.

Kaasaegsed karburaator-sisepõlemismootorid on küll väga head, kuid nad ei kasuta bensiinis sisalduvat energiat täielikult. Kasulikuks tööks tarvitavad nad mitte üle 27 protsendi bensiini potentsiaalsest energiast, nii et rohkem kui 70 protsenti energiast läheb kaotsi.

170 grammi bensiini potentsiaalset energiat on kerge arvutada. 170 grammi bensiini annab 1870 kilokalorit, kilokalor aga vastab 427 kilogramm-meetrile tööle. 170 grammile bensiinile vastav tööhulk on 798 490 kilogramm-meetrit, s. t. kogu klaasitäies bensiinis peituv energia võib tõsta 1 meetri kõrgusele 798-tonnise raskuse. Kui õnnesuks ära kasutada kogu energia, mida sisaldab 70 kilogrammi bensiini, siis saaks selle energiaga tõsta 1 meetri kõrgusele Moskvas Smolenski väljakul oleva 26-korruselise maja.

Selline hiigelenergia peitub bensiinis.

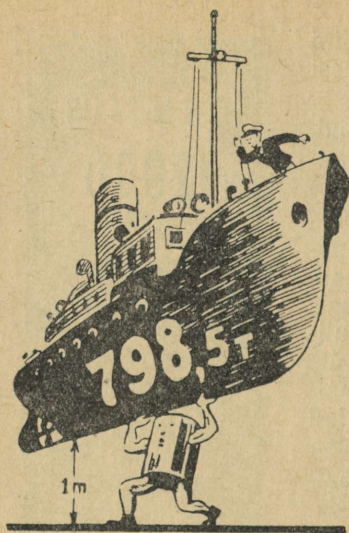
Mootori põlemiskambris ei põle bensiin, vaid bensiini-auru ja õhu segu.

Enne põlemiskambrit läbib bensiin pihustaja ehk karburaatori. Karburaatoris haarab bensiini suure kiirusega voolav õhujuga ja pihustab ta äärmiselt väikesteks tilgakesteks. Bensiiniudu aurustub otsekohe. Bensiini maht suureneb enne põlemist 13 000 korda.

170 grammist bensiinist piisab mootori 72-sekundiliseks tööks seepärast, et seda hulka põletatakse auruna väikes-tes kogustes segatuna õhuga.



Bensiin annab palju rohkem soojust kui lõhkeained.



*Uhes klaasitäies bensiinis peit-
tuva jõuga saab tõsta 798,5-ton-
nise raskuse ühe meetri
kõrgusele.*

Põleva segu moodustami-
seks 170 grammist bensiinist
on tarvis üle 2 kuupmeetri
õhku.

Iga kilogrammi bensiini
põletamiseks kulub 13 kuup-
meetrit õhku, s. t. 1 kilogram-
mist bensiinist saab üle 13
kuupmeetri põlevat segu, mille
kütteväärtus on 826 kilo-
kalorit iga kuupmeetri kohta.

Igasugune bensiini ja õhu
segu aga ei põle. Kui segus
on alla 1,1 mahuprotsendi
bensiniauru, siis segu ei hak-
ka põlema. Segu ei põle ka
siis, kui bensiiniauru on õhus
üle 5,4 mahuprotsendi.

Segu süüdatakse silindris
elektrisädeme abil. Seejuures
levib leek põlemiskambris
iga kord kiirusega 10 kuni
25 meetrit sekundis, rõhk
tõuseb kuni 40 atmosfäärini ja

temperatuur 1900 kuni 2400 kraadini. Iga seguannuse põle-
misel surub kolvile jõud, mis on ligikaudu võrdne auto
kaaluga.

Niisugune on väikese bensiiniannuse energia.

Väliselt seda aga ei märka. Normaalselt töötav auto-
mootor ainult väriseb kergelt. Isegi paljud autojuhid ei tea,
mis toimub sel ajal mootoris, missugused hiigelrõhud ja
-temperatuurid arenevad seal bensiiniauru põlemisel.

Mõnikord hakkab mootor ebanormaalselt töötama; kõik
võppub, kostavad teravad löögid, silindriseinad ja välja-
laskeklapid põlevad sisse, väljalasketorus tekivad musta
suitsu pahvakad. Kui juht ei võta tarvitusele koheseid abi-
nõusid, siis langeb mootor rivist välja. Algab mootoriosade
mehaaniline purunemine.

See juhtub siis, kui normaalse põlemise asemel silindris
tekivad plahvatused, s. o. kui leegi levimiskiirus silindris
saavutab 1500 meetrit sekundis. Rõhk silindris tõuseb sel
juhul kuni 160 atmosfäärini, temperatuur aga kuni
2700—3700 kraadini.

Sellist nähet nimetatakse detonatsiooniks.

Detonatsiooninähe pole veel täielikult uuritud. Kõige tõenäolisem on seletus, et teatavates tingimustes temperatuuri ja rõhu mõjul osa bensiini molekulide rikastub hapnikuga. Tekib kergesti lagunev, lõhkeainega sarnanev aine.

Plahvatusel toimub põlemata segu osaline lagunemine, kusjuures eraldub puhas süsinik. Seepärast tekib väljalasketorus must suits.

Detonatsiooni tekkimise põhjusi on palju. Autojuhid teavad, et lahtjad segud detoneerivad kergemini, et detonatsioon võib tekkida mootori pöörete arvu langemisel jne. Detonatsiooni peamiseks põhjustajaks aga on bensiin.

Mitte iga bensiin pole hea.

Välimuse ja lõhna järgi on peaaegu kõik bensiinid täiesti sarnased, kuid ühed neist on detonatsioonile kalduvad, teised mitte. Kõik sõltub sellest (kui mitte arvestada kompressiooniastet ja mootori ebaõiget reguleerimist autojuhi poolt), missugustest süsivesinikest koosneb bensiin. Bensiini kalduvuse detonatsioonile või stabiilsuse määrab tema keemiline koostis.

Bensiini koostisse kuuluvad paljud erinevad süsivesinikud. Bensiin koosneb peamiselt süsivesinikest, mille molekulid sisaldavad viis kuni kuusteist süsinikuaatomit.

Süsivesinike ehitus on väga mitmekesine. Ühel liigil on süsinikuaatomid asetatud sirgetesse ahelatesse. Bensiini jaoks on need süsivesinikud kõlbmatud, sest nad kalduvad detonatsioonile. Neid ei või lasta mootori ligidalegi. Teistel süsivesinikel seevastu on suurepäraseks antidetonatiivsed omadused.

Aga kuidas teada saada, kas bensiin hakkab detoneerima või mitte?

Selleks määratakse tema oktaanarv.

Bensiini katsetatakse algul spetsiaalmooris. Kompressiooni selle mootori silindris suurendatakse seni, kuni algab detonatsioon. Niipea kui detonatsioon algab, peatatakse mootor ja bensiin valatakse välja.

Sama kompressiooniastme juures käivitatakse mootor uuesti, kuid juba mitte enam sama bensiiniga, vaid spetsiaalselt valmistatud seguga, mis koosneb kahest süsivesinikust — normaalheptaanist ja isooktaanist. Normaalheptaanil on kõige halvemad antidetonatiivsed omadused. Ta põhjustab detonatsiooni ka kõige madalamate kompressiooniastmete juures. Seepärast võetakse tema antidetonatiivsed

omadused tingimuslikult võrdseks nulliga. Isooktaan vastupidi põleb ka kõrge kompressiooniastme puhul ilma plahvatusteta. Tema antidetonatiivsed omadused on võetud võrdseks 100 ühikuga. Mootori töötamisel selle seguga ei muudeta enam kompressiooni režiimi, vaid segu koostist senikaua, kuni algab detonatsioon.

Kui detonatsioon algab momendil, kus segus on 60 protsenti isooktaani ja 40 protsenti heptaani, siis öeldakse, et bensiini oktaanarv on 60.

Siit tulenebki nimetus «oktaanarv». Mida suurem on oktaanarv, seda parem on bensiin.

Oktaanarvu suurendamiseks lisatakse bensiinile nn. etüülvedelikku (tetraetüülpilii), kuid see tõstab oktaanarvu suhteliselt vähe.

Naftatöötlejalt aga nõutakse ikka suurema ja suurema oktaanarvuga bensiini. Moodsates lennukimootorites kasutatakse bensiini oktaanarvuga 100—130. Nafta primaardestillatsiooni seadmed annavad paremal juhul bensiini oktaanarvuga 60—70.

Krakkimine suurendas bensiini ressursse, kuid tõstis vähe oktaanarvu.

Bensiini kvaliteedi tõstmiseks ja üldse nafta paremaks ümbertöötamiseks konstrueerisid naftatöötajad veel täiuslikumad krakkimisseadmed.

Katalüütiline krakkimine

Hariliku ehk nn. termilise krakkimise aparaatides toimuvad keerukad keemilised reaktsioonid. Suured süsivesinike molekulid lõhustuvad väiksemateks. Tekivad uued, uute keemiliste omadustega molekulid.

Termiline krakkimine lahendab küll bensiinihulga suurendamise probleemi, kuid krakkbensiini kvaliteet ei rahulda tänapäeva mootorite nõudmisi.

Termilisel krakkimisel kulgevad üheaegselt paljud väga keerukad keemilised reaktsioonid. Teatav osa sellistest reaktsioonidest annab heakvaliteedilist bensiini. Teised reaktsioonid aga viivad ühendite tekkimisele, mis pole bensiini koostises soovitavad.

Tähendab, teatavad keemilised reaktsioonid on bensiini omaduste parandamiseks soodsad, teised ebasoodsad.

Kuidas saaks krakkimist teostada selliselt, et meile kasulikud keemilised reaktsioonid toimuksid eelistatult?

Osutub, et see on võimalik. Keemikud tunnevad juba ammu aineid, mis võivad kiirendada keemilisi reaktsioone. Selliseid reaktsioonide kiirendajaid nimetatakse katalüsaatoriteks.

Bensiini omaduste parandamiseks pole aga tarvis kiirendada kõiki reaktsioone. Kiirendamist vajavad need keemilised reaktsioonid, mis annavad meile vajalikke lõppprodukte. Kui neid reaktsioone kiirendatakse, siis tekib kasulikke lõppsaadusi rohkem ja bensiin tervikuna muutub paremaks. Küsimus seisab ainult selles, missuguseid keemilisi reaktsioone nimelt on tarvis kiirendada ja missugused katalüsaatorid sobivad selleks otstarbeks.

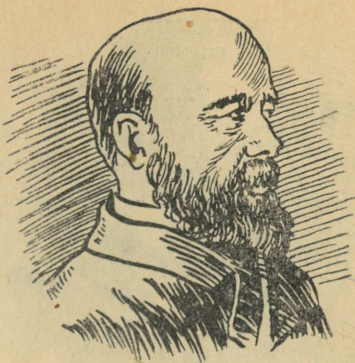
1861. aastal avaldas A. M. Butlerov õpetuse orgaanilise aine ehitusest. Butlerovi õpetus näitas, et orgaanilise aine omadused on määratud peamiselt aatomite paigutusega tema molekulis. Nüüd oli saanud aeg kasutada suure teadlase avastust bensiini omaduste parandamiseks.

Naftatöötledajad pole kunagi maha jäänud teiste tööstusalade keemikutest, vaid on neid sageli isegi ennetanud.

Katalüsaatorite toimet süsivesinikele uuris esimesena vene naftakeemik Gustavson 1871. aastal.

1877.—1878. aastal kasutas A. A. Letni katalüsaatorina puusütt. V. V. Markovnikov ja J. V. Lermontova kasutasid katalüsaatorina punast vaske.

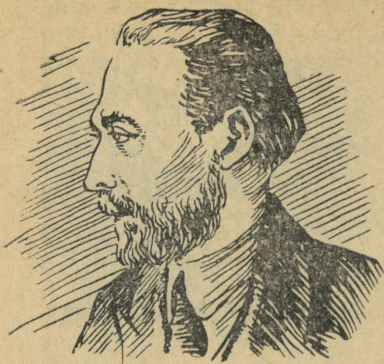
Bensiin polnud aga tol ajal vajalik ja seepärast ei leidnud katalüsaatorid nafta ümbertöötamisel kasutamist.



A. M. Butlerov.



N. D. Zelinski.



S. V. Lebedev.

Niipea kui ilmusid autod ja lennukid, tõusis ka nõudmine kõrgekvaliteediliste bensiinide järele ja kohe hakati kasutama katalüütilise krakkimise meetodit.

Juhtivat osa etendasid siin N. D. Zelinski, S. V. Lebedev, S. S. Namjotkin, B. A. Kazanski ja teised.

1911. aastal avastas akadeemik N. D. Zelinski rea katalüsaatoreid, mis kiirendavad teatud reaktsioone nafta töötlemise protsessides, ja selgitas nende toimet.

1912. aastal näitas L. G. Gurvitš, et mõned saviliigid on krakkimisprotsessil suurepäraseks katalüsaatoriteks. Ta leidis odava ja hõlpsasti kättesaadava katalüsaatori. Akadeemik S. V. Lebedev uuris üksikasjaliselt savide toimet süsivesinike vaheliste reaktsioonide kiirendajana. Akadeemik S. V. Lebedevi tööd sel alal on klassikalised.

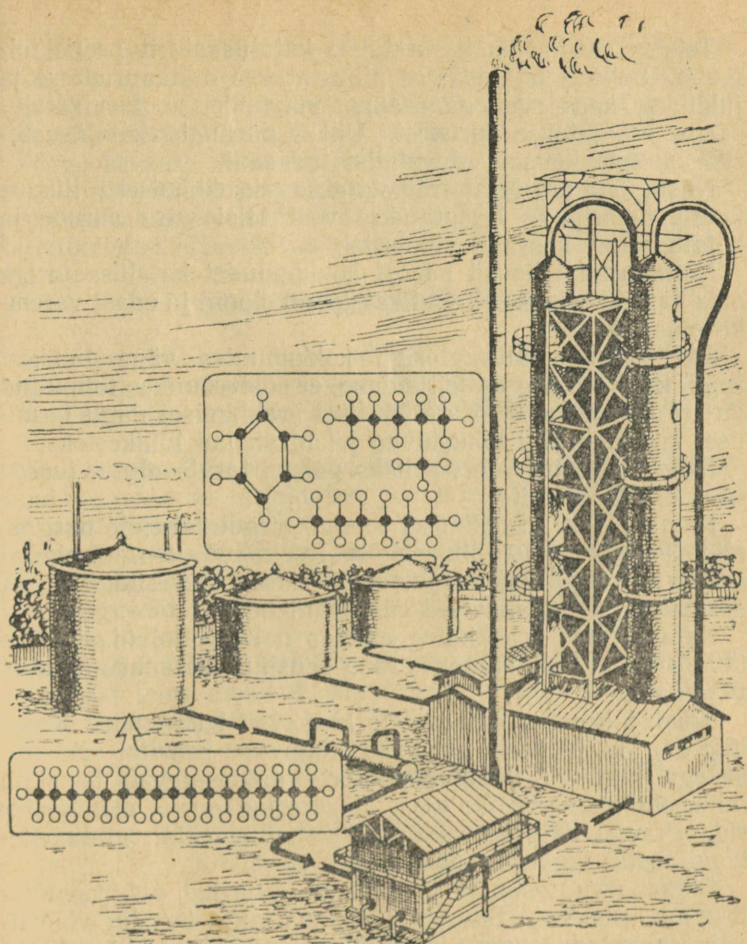
Katalüütilise krakkimise teoreetiliste aluste väljatöötamine on loetletud vene keemikute vaieldamatuks teeneks. Kõik katalüütilise krakkimise seadmed maailmas on ehitatud nendel teaduslikel alustel.

Katalüütilise krakkimise meetodi tekkimise algperioodist peale püüdsid naftatöötledjad leida katalüsaatoreid, mis säilitaksid oma aktiivsuse pikema aja jooksul. Selliste katalüsaatorite leidmine osutus väga raskeks. Lühikese aja jooksul kattub katalüsaatori pind koksiga ja tema aktiivsus langeb.

Alles aastatel 1942—1943 vormistas prantsuse insener Houdry esimese vastuvõetava katalüütilise krakkimise süsteemi.

Houdry katalüütilise krakkimise seade sisaldab samu elemente, mis esinevad tavalisel termilisel krakkimisel. Vajalik on ahi ja rektifikatsioonikolonn. Neile lisanduvad aga kolonnid, mis on täidetud katalüsaatoriga. Keerukad abiseadmed on vajalikud katalüsaatori temperatuuri reguleerimiseks. Selleks otstarbeks kasutatakse harilikult soolade segu sulamit, mis voolab katalüsaatoritorude ümber.

Naftaaurud läbivad katalüsaatori ja krakkuvad seal.



Katalüütiline krakkimine annab bensiiniks kõlbmatutest süsivesinikest heakvaliteedilise bensiini.

Katalüsaatori pind kattub lühikese aja jooksul koksikihiga ja kaotab aktiivsuse.

Nüüd lülitatakse sisse teine torn ja eelmisest tornist puhutakse läbi kuuma õhku. Õhuhapniku toimet põleb koks süsihappegaasiks ja katalüsaatori pind muutub uuesti aktiivseks. Jälle võib töotsükklisse lülitada esimese torni.

Teistes seadmetes kasutatakse katalüsaatorit peene tolmu. Selline katalüsaator pihustatakse naftaaurudesse ja juhitakse koos nendega reaktsioonikambrisse, kus katalüsaator eraldatakse aurudest. Üheks parimaks katalüsaatoriks on spetsiaalselt ettevalmistatud savi.

Niisugust protsessi nimetatakse «krakkimiseks liikuva katalüsaatoriga». Kasutatakse veel teisi viise aurude ja katalüsaatori kontakti viimiseks.

Naftaaurud lähevad pärast kokkupuudet katalüsaatoriga oma harilikku teed — rektifikatsioonikolonni ja edasi varem kirjeldatud viisil.

Aurud on katalüsaatoriga kokkupuutes väga lühikest aega, kuid see aeg on küllaldane, et süsivesinikes toimuksid järsud muudatused. Katalüütilisel krakkimisel nagu terminilisel krakkimiselgi lõhustuvad pikad ahelad lühikesteks.

Sellest aga on vähe, selleks poleks tarvis olnud juurde tuua katalüsaatorit.

Katalüütilisel krakkimisel toimub sirgete ahelate hargnemine — tekivad isoehitusega süsivesinikud. Sirged ahelad sulguvad ringideks; moodustuvad uued süsivesinike liigid, sealhulgas ka aromaatsed süsivesinikud.

Katalüütiline krakkimine abistas naftatöötlejaid. Toode-tava bensiini hulk suurenes ning bensiini oktaanarv muutus paremaks.

Nõuded bensiini omadustele kasvavad ikka enam. Katalüütilise krakkimise seadmed annavad bensiini oktaanarvuga kuni 90. Lennukimootorid aga vajavad bensiini, mille oktaanarv on üle saja. Paranenud on ka automootorid. Praegu vajavad ka autod sellist bensiini, mida viis-kuus aastat tagasi kasutati ainult lennukitel.

Oktaanarvu tõstmise vajadus on tingitud puhtpraktilistest kaalutlustest. Suurema oktaanarvuga bensiin võimaldab saavutada suurt bensiini kokkuhoidu. Nii näiteks oktaanarvu tõstmisel 73 ühikult 100 ühikule saavutatakse bensiini kokkuhoid kuni 35 protsenti.

Oktaanarvu tõstmiseks võtsid naftatöötlejad kasutusele uued täiendavad protsessid bensiini ümbertöötamiseks ja puhastamiseks. Need võtted on keerukad ja kallid.

Nii kerkis naftatöötlejate ette küsimus, kas mitte üldse loobuda bensiini tootmisest. Jah, täpselt nii. Mingisugust viga ega eksitust siin pole.

Bensiin on süsivesinike segu. Segus on nii suure kui ka väikese oktaanarvuga süsivesinikke.

Milleks toota sellist ebaühtlast, kapriisset segu? Kas ei saaks valmistada ainult parimaid bensiinikomponente — kõrgeoktaanseid süsivesinikke, hiljem aga segada neid ja anda igale tarbijale segu, mis vastab tema maitsele?

Kõrgeoktaanse bensiini tootmiseks jäi üle ainult üks tee — võtta naftast ja gaasist kõrgeoktaansed süsivesinikud ja muuta madalaoktaansed süsivesinikud kõrgeoktaanseiks. Naftatöötledjad läksidki seda teed

Süsivesinikud teisenduvad

Isooktaani oktaanarv on 100. Ühel isoheptaani tuletisel (triptaanil) on oktaanarv veel suurem — 125 ühikut.

Kas ei saaks organiseerida nende süsivesinike tootmist? Saab.

Süsivesinikud on suurepäraseid keemilised ühendid. Peale omaduste, mis on kirjeldatud peatükis «Mis on nafta», on neil veel üks omadus.

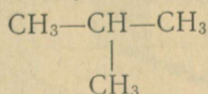
Selgub, et ühest süsivesinikust võib saada palju tuletisi. See pole aga veel kõik. Vahast võib samuti voolida palju mitmesuguseid kujundeid, kuid vaha ise ei muutu. Vaha jääb ikka vahaks.

Kui aga koostada samast hulgast süsiniku- ja vesiniku-aatomitest teine molekul, siis selgub, et uuel molekulil on hoopis uued omadused.

Võtame süsivesiniku butaani.

Tema struktuurvalem on $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ ehk kokkuvõttes C_4H_{10} .

Muudame nüüd tema kuju näiteks selliselt:



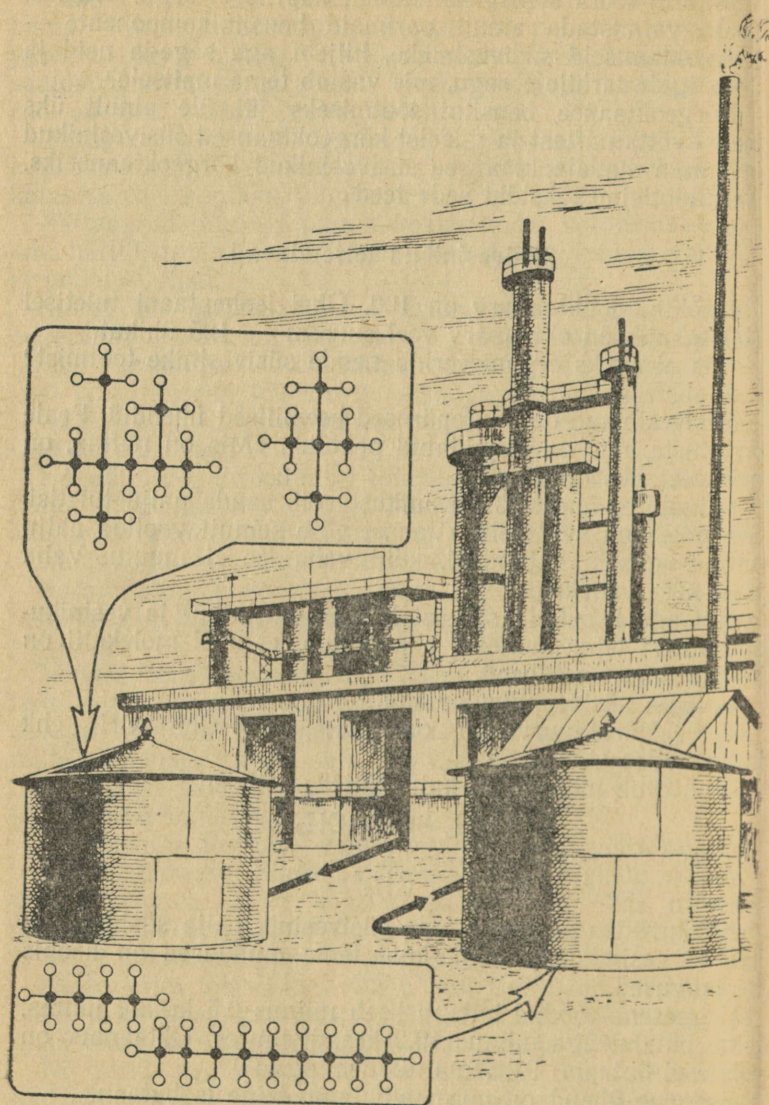
Kokkuvõttes on meil sama süsivesinik nelja süsiniku- ja kümne vesinikuaatomiga, kuid tema omadused on hoopis teistsugused.

Esimesena toodud butaan keeb miinus 0,5 kraadi juures, teine butaan aga miinus 10,2 kraadi juures. Oktaanarv on esimesel butaanil 91, tema tuletisel aga 99.

Esimene ühend on normaalbutaan, teine isobutaan.

Kui naftakeemikud hakkasid uurima isoehitusega süsivesinikke, tegid nad varsti suure tähtsusega avastuse.

Selgus, et neil on peaaegu kõigil suur oktaanarv.



Isomerisatsioonitehasles muudetakse süsivesinike ehitust.

Normaaloktaanil on väike oktaanarv. Isooktaani oktaanarv on aga 100, mis on kõige sobivam lennukimootoritele.

Ent see pole veel midagi! Võtame süsivesiniku heptaani. Tema oktaanarv normaalse ehituse puhul on 0, kuid heptaani ühe tuletise oktaanarv on 125.

Kui see on nii, siis tuleb leida tööstuslik meetod isoehitusega süsivesinike saamiseks.

Mõned meetodid on juba leitud. Juba töötavad nafta primaardestillatsioonil saadud bensiinide ja ligroinide isomeriseerimise tehased.

Tehasesse suunatakse bensiin või ligroin, mille oktaanarv on 30—40.

See bensiin läheb algul kontaktoris, kus ta segatakse katalüsaatoriga. Kontaktorist läheb bensiini ja katalüsaatori segu kuumendajasse ja sealt reaktorikolooni. Reaktoris toimub süsivesinike struktuuri muutumine — isomerisatsioon, seejärel aga eraldatakse bensiiniaur katalüsaatorist. Katalüsaatorist vabastatud isomeriseerunud bensiiniaur läheb rektifikatsioonikolooni ja edasi juba harilikku teed. Tehase reservuaari läheb bensiin oktaanarvuga 70—80.

Isomeriseerimisel on kaod väiksemad kui teiste bensiini oktaanarvu tõstmise meetodite kasutamisel. Osa kadudest moodustavad mittekontendseeruvad gaasid. Naftatöötledjad on õppinud ka neist gaasidest valmistama kõrgeoktaanseid süsivesinikke.

Siin kirjeldasime bensiini isomerisatsiooni, kuid isomeriseerimiseks ei kasutata mitte ainult bensiini, vaid ka üksikuid süsivesinikke. Looduslikust gaasist saadakse normaal-ehitusega süsivesinikke nelja-viie süsinikuaatomiga molekulis — butaani ja pentaani.

Naftatöötledjad oskavad hästi lahutada gaasi tema süsivesinikkomponentideks. Selleks otstarbeks on neil spetsiaalsed gaasifraktsioneerimisseadmed.

Süsivesinikud juhitakse isomerisatsiooniseadmetesse. Nende seadmete jahutajatest lähevad valmistoodangu tsisternidesse isoehitusega süsivesinikud. Isopentaanil on suur oktaanarv. Teda kasutatakse lisandina aviobensiinile. Iso-butaan läheb keemilisele ümbertöötamisele, kuid teda kasutatakse ka kõrgeoktaansete lisandite valmistamiseks aviobensiinile.

Süivesinikud tihkestuvad

Alles hiljuti võis naftatöötlemistehastes näha imelikku vaatepilti.

Tehaste, eriti krakkimistehaste ligiduses seisis kolme kuni viie meetri kõrgused torud. Neist torudest paiskus päeval ja ööl välja hele leek. Tulekeeled ulatusid kolme meetri kõrguseni. Tuule käes nad looklesid nagu maod ja lehvisid üles-alla. Tuulevaikse ilma puhul olid nad püsti ja sarnanesid gigantsete küünaldega.

Öösi oli krakkimistehaste kohal alati vilkuv kuma.

Nendes torudes, mida naftatöötledjad nimetasid tõrvikuteks, põles krakkimistehaste gaas. Krakkimisel tekib palju kerget, mittekontendseeruvat gaasi. Gaasi atmosfääri juhtida oleks ohtlik. Kuigi ta on kerge, on ta siiski õhust raskem. Seetõttu koguneks ta õhku juhtimise korral nõgudesse ja lohkudesse ning mürgitaks õhku. Peale selle võiks ta suure kontsentratsiooni korral isegi põlevast tikust süttida.

Kujutlege, et gaas koguneb suurde orgu, mille läbimõõt on viis kilomeetrit. Orus on terve linn tehastega ja töölisasulatega. Mis juhtuks, kui gaas plahvataks sellises orus?

Selle vältimiseks põletasid naftatöötledjad gaasi ära.

Sellega hävitasid nad tegelikult kõrgeväärtslikku bensiini, ise märkamata, missuguse barbaarse teo nad korda saadavad.

Gaasi hulk suurenes veelgi, kui hakkasid töötama kata-lüütilise krakkimise seadmed. Samal ajal aga kasvas nõudmine hea aviobensiini järele.

On arusaadav, et naftatöötledjad hakkasid juba ammu uurima krakk-gaase.



Tõrvik.

Gaasi viidi laboratooriumidesse ja instituutidesse ning hakati uurima.

Looduses pole kasutuid asju. Ei ole võimalik, et gaasi ei saa kuidagi kasutada.

Tegelikult oligi see nii. Gaas on kõige väärtuslikum lähteaine kõrgeoktaansete süsivesinike saamiseks. Tema puudus seisab ainult selles, et ta kooneb liiga väikestest molekulidest. Need molekulid on nii väikesed, et tavalisel jahutamisel nad ei kondenseeru vedelikuks.

Võimaluse tihkestada väikeste molekulidega ühendeid, s. t. ühendada väikesi molekule suuremateks, avastas ammu, juba 1876. aastal andekas vene keemik Butlerov. Süsivesinike tihkestamiseks oli aga tarvis leida majanduslikult tasuv tööstuslik meetod. Oli tarvis leida meetod lenduva gaasi muutmiseks vedelikuks — bensiiniks.

Niisuguse tee gaaside ümbertöötamiseks avastas S. V. Lebedev 1925. aastal. S. V. Lebedevi meetod ei nõudnud eriti keerukaid seadmeid ning kasutatavad temperatuurid olid harilikud.

Nii avastati ja töötati NSV Liidus välja täiesti uus meetod gaaside polümeriseerimiseks. Sõna «polümerisatsioon» tähendab tihkestamist.

Kahesaja kraadini kuumutatud gaasid juhitakse läbi viiekuue, katalüsaatoriga täidetud kolonni.

Lõpptulemusena saadakse igast kuupmeetrist gaasist liiter või rohkemgi bensiini, mille oktaanarv on 80—100.

Samasugusel viisil saadakse ka puhast isooktaani.

Tihkestamiseks ei kasutata mitte ainult krakkimistehaste gaase. Samal meetodil töötatakse ümber ka looduslikke gaase. Looduslikest gaasidest eraldatakse butaan ja propaan, s. o. süsivesinikud, mis on vajalikud mitte üksnes bensiini, vaid ka paljude teiste ainete saamiseks.

Naftagaasitehaste ajalugu

Paljudes suurtes linnades on tehased, mis töötavad ümber nafta töötlemise raskeid jääke, andes terve rea uusi aineid, sealhulgas ka põlevat gaasi linnakorterite tarbeks.

Need on naftagaasitehased.

Nende tehaste ajalugu on pikk. Nad eksisteerivad juba üle poolesaja aasta. Tootmistehnika on neis selle aja jooksul muutunud, kuid nimetus ja tooraine ümbertöötamise põhimõte on jäänud endiseks.

Nafta päritoluga tooraine ümbertöötamise meetod on siin omapärane. Seda nimetatakse pürolüüsiks.

Sõna «pür» tähendab kreeka keeles tuld. Pürolüüs on naftatooraine ümbertöötamine tulega rohkem kui 700-kraadistel temperatuuridel.

Venemaal kasutati nafta pürolüüsi valgustusgaasi saamiseks masuudist ja solaarolist esmakordselt moodunud saajandi seitsmekümnendatel aastatel.

Tootmise jäägina tekkis nn. gaasitõrv.

Vene teadlane A. A. Letni avastas, et gaasitõrvas on suures koguses aromaatsed süsivesinikke — bensooli ja toluooli. 1878. aastal leidis ta meetodi nende süsivesinike eraldamiseks gaasitõrvast.

Aastatel 1880—1881 ehitati Venemaal esimesena kogu maailmas kaks tehast aromaatsete süsivesinike saamiseks pürolüüsimetodil: üks tehas Bakuus, teine Jaroslavli lähedal. 1895. aastal ehitas insener A. N. Nikiforov samasuguse tehase Kinešmas.

1885. aastal müüdi juba Nižni Novgorodi (nii nimetati varem Gorki linna) laadal bensooli ja toluooli.

Pürolüüsi teaduslikud alused töötasid edaspidi välja V. V. Markovnikov, N. D. Zelinski, S. V. Lebedev, A. F. Dobrjanski jt.

Pika aja jooksul teostati pürolüüsi retortides, hiljem generaatorites — suurtes kambrites. Kambri sisemus kuumendati üle 700 kraadi. Seejärel piserdati kuuma kambriisse teatav annus mõnda naftasaadust, harilikult petrooleumi.

Kui see oleks toimunud lahtises õhus, siis oleks nafta või petrooleum otsekohe ära põlenud, kuid kambri ei olnud põlemise jaoks õhku. Seepärast osa naftasaadusest lagunes, minnes üle gaasiks, osa aga sadenes koksina ja eraldus jahutites tõrvana. Gaas puhastati ja juhiti linna gaasivõrku, kuna tõrv destilleeriti kolonnides, saades temast bensooli, toluooli, naftaliini, rohelist õli ja solventnaftat.

Toluool läks sõjatööstusse trotüüli (trinitrotoluooli) valmistamiseks. Bensooli, toluooli, ksülooli ja teiste aromaatsete süsivesinike segu nimetatakse pürobensooliks ja ta on hea lisand aviokütusele.

Rohelist õli kasutatakse toorainena tahma tootmisel ja liiprite immutamisel. Solventnafta on suurepärane lahustaja ja samaaegselt antiseptiline vahend.

Tehased olid vajalikud, kuid naftasaaduste tootmise prot-

sess oli äärmiselt ebamugav ja vähetasuv. Protsess oli perioodiline.

Algul tuli kuumendada kambrit, hiljem piserdada lähteainet, koguda tõrva ja koksi ning seejärel uuesti kuumutada.

Seejärel läksid naftatöötledjad üle pidevale protsessile, kasutades ka siin toruahje.

Protsess kulges ladusamalt.

Pideva pürolüüsi seadmed andsid rohkem ja paremate omadustega saadusi.

Naftatöötledjaid aga ei rahuldanud ka need seadmed.

Toorainena kasutati neis petrooleumi, kuid petrooleum oli vajalik traktoritele.

Pealegi saadi petrooleumist ainult neli-viis protsenti toluoli.

Uute meetodite otsinguil aromaatsete süsivesinike majanduslikult tasuvamaks tootmiseks leiti uus protsess — süsivesinike katalüütiline aromatiseerimine.

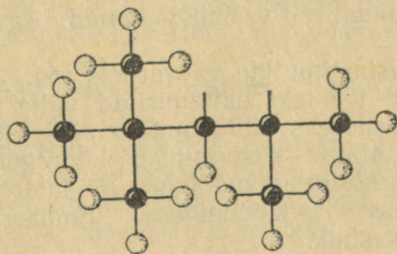
See protsess põhineb samuti süsivesinike muundamisel, nende koostise ja struktuuri teisendamisel.

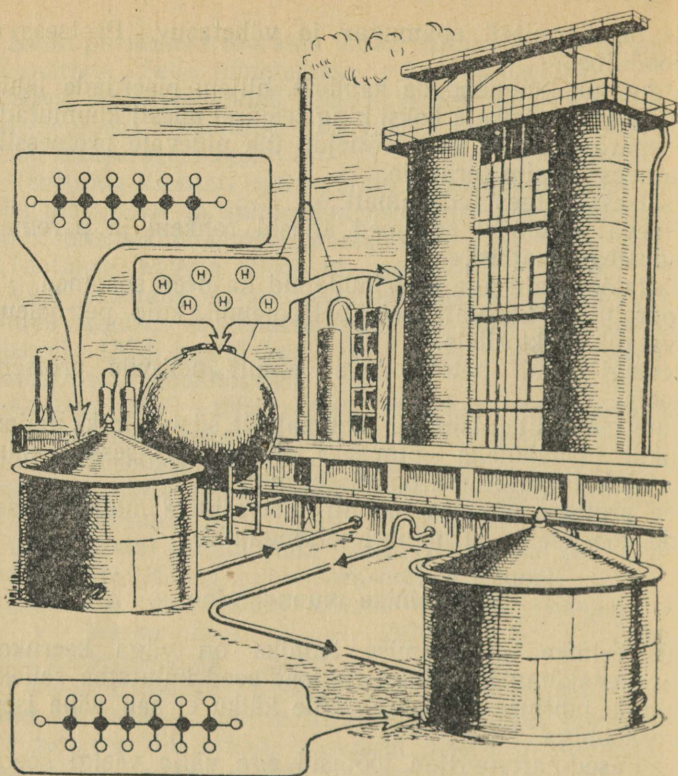
Süsivesinike muundamine

Süsivesinike muundamise tehnika on väga keerukas. Palju aastakümneid pidid meie teadlased kulutama selleks, et õppida juhtima protsesse, mille käiku ei saa näha isegi mikroskoobiga.

Teadlased-naftauurijad töötasid aga välja veelgi keerukamaid protsesse. Nad õppisid mitte ainult süsivesinikke lagundama, tihkestama ja teisendama, vaid nende koostist ja struktuuri muutma, üht süsivesinike liiki teiseks muundama.

Süsivesinike muundamise keemia on keerukas ja huvitav, kuid veel keerukam ja huvitavam on selle muundamise tehnoloogia.





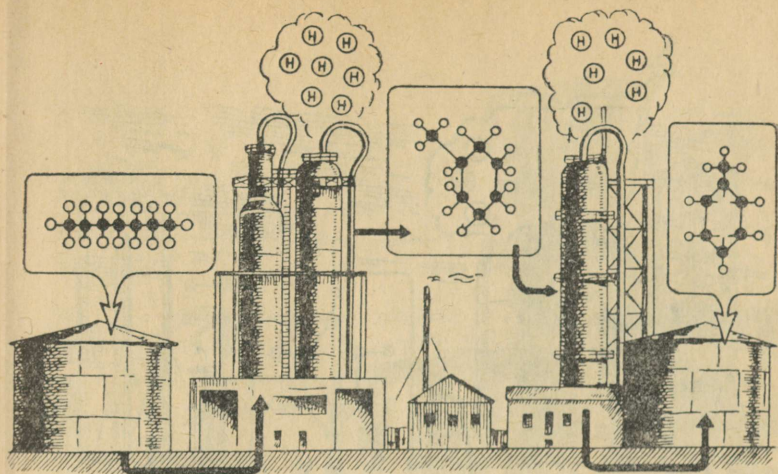
Ebapüsivad süsivesinikud muudetakse püsivateks.

Peatükis «Mis on nafta» kirjeldasime rida süsivesinikke. Mida teha, kui ühe sellise süsivesiniku molekulis on puudu kaks vesinikuaatomit (vt. joonist lk. 207)?

Viia juurde puuduvad vesinikuaatomid. Aga kuidas seda teha?

Algas uurimisinstituutide vaevarikas töö. Ja pärast tuhandeid katseid töötasid naftauurijad välja protsessi vesiniku juurdelisamiseks küllastumata süsivesinikele. Seda protsessi nimetatakse süsivesinike hüdrogeniseerimiseks.

Küllastumata süsivesinikud juhitakse hüdrogeniseerimisseadme ahjudesse ja kolonnidesse. Samasse aparatuuri suunatakse ka vesinik.



Sirge ahelaga süsivesinikest saadakse väärtuslikud tsüklilise ehitusega süsivesinikud.

Hüdrogeniseerimiseadmetest väljuvad küllastatud süsivesinikud.

Hüdrogeniseerimiseadmetes toodavad naftatöötledjad kõrgeoktaanset süsivesinikku — isooktaani. Selleks kasutavad nad tihkestatud, kahest isobutüleen molekulist kokku liidetud süsivesinikku — diisobutüleen (C_8H_{16}), mida nad küllastavad vesinikuga. Jahutajast voolab hüdrogeniseerimiseadme tsisterni isooktaan (C_8H_{18}).

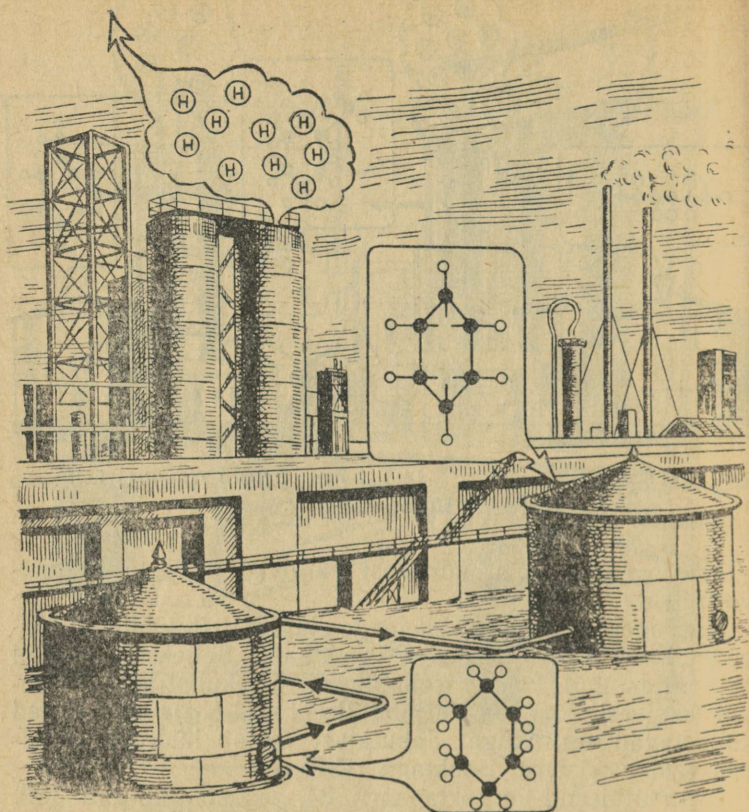
Diisobutüleenil on oktaanarv 84, isooktaanil aga 100. Diisobutüleen hapendub seismisel; isooktaan seismisel ei muutu. Sellist kasu annab naftatootjaile vesinik.

Aromaatseil süsivesinikel on suurem oktaanarv kui küllastatud ja sirge ahelaga süsivesinikel.

Nõukogude teadlased B. A. Kazanski, A. F. Plate, B. L. Moldavski ja V. I. Karžev töötasid 1936. aastal välja meetodi küllastatud süsivesinike muundamiseks aromaatseteks.

Seda meetodit hakati nimetama katalüütiliseks tsükliiseerimiseks.

Ümbertöötamiseks võetakse näiteks normaalheptaan. Tema oktaanarv on 0. Bensiinile on ta täiesti kasutu süsivesinik. Joonisel on näidatud, missugused muudatused toimuvad temas tsükliisatsiooniseadmetes.

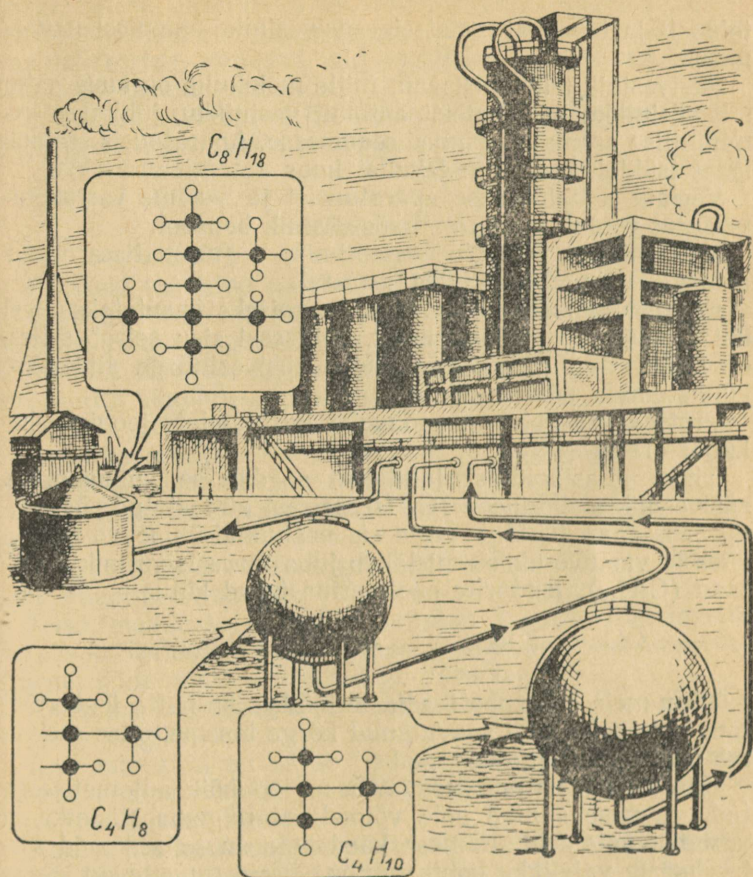


Nafteensed süsivesinikud muudetakse aroomaatseteks.

Joonisel on muuhulgas näidatud, et vesinik lastakse atmosfääri. Nii siin kui ka teistel joonistel on see näidatud tingimuslikult.

Tegelikult vesinikku muidugi õhku ei lasta, sest see oleks ohtlik ja peale selle vajavad vesinikku hüdrogeniseerimis-seadmed.

Töötlemise esimeses staadiumis eralduvad igast heptaani molekulist kaks vesinikuaatomit, mis lahkuvad seadmest. (Vesiniku eraldamise protsessi nimetatakse dehüdroge-nisatsiooniks.) Ahela sulgumisel ringiks tekib heptaanist nafteenne süsivesinik metüülsükloheksaan (C_7H_{14}).



Nii saadakse lendurite poolt armastatud isooktaani.

Töötlemise teises staadiumis kaotab saadud süsivesinik veel kuus vesinikuaatomit. Tekib uus süsivesinik, millel on seitse süsinikuaatomit ja kaheksa vesinikuaatomit. See on aromaatses rea süsivesinik toluool.

Aromaatsesiks süsivesinikeks saab muuta ka otse nafteen-
seid süsivesinikke.

Sellist protsessi nimetatakse katalüütiliseks
aromatiseerimiseks ehk süsivesinike dehüdro-
geniseerimiseks. Protsess leiab kasutamist bensooli,

toluooli ja teiste aromaatsete süsivesinike saamisel nafteenidest.

Süsivesinik tsükloheksaan, mille molekulis on kuus aatomit süsinikku ja kaksteist aatomit vesinikku, juhitakse katalüütilise aromatiseerimise seadmesse. Aparatuuris eraldub igast tsükloheksaani molekulist kuus aatomit vesinikku.

Vesinik eemaldatakse aparatuurist ja seadme vastuvõutisisterni voolab aromaatsne süsivesinik bensool.

Naftenide dehüdrogeniseerimise (aromatiseerimise) avastas N. D. Zelinski 1911. aastal.

Kõrgeoktaansete süsivesinike saamiseks kasutatakse veel üht protsessi — alküleerimist. Protsessi sisu seisab selles, et küllastatud või aromaatsed süsivesinikele liidetakse küllastumata süsivesinikud.

Protsess muutub arusaadavaks, kui vaadata joonist leheküljel 211.

Ühest gaasihoidlast juhitakse seadmesse küllastumata süsivesinik isobutüleen (C_4H_8), teisest küllastatud süsivesinik isobutaan (C_4H_{10}). Need süsivesinikud ühinevad reaktories ja vastuvõtutsisterni läheb juba uus süsivesinik isooktaan (C_8H_{18}), lendurite poolt armastatud kütus.

*

Tänu meie kodumaa teadlaste töödele on nafta ümbertöötamise tehnika meil saavutanud kõrge taseme, olles seejuures muutunud väga keerukaks.

Kaasaegses naftatöötlemistehases on kõik automatiseeritud. Inimese silmad pole võimalised nägema süsiniku ja vesiniku aatomeid. Inimese käed pole suutelised neid sorteerima ja vajalikku kohta juhtima. Neid tunnetavad keerukad aparaadid, mis reguleerivad tehnoloogilist protsessi.

Kaasaegne naftatöötlemistehas pole enam endine räpane patarei, mis oli mähitud musta suitsu pilvedesse. Kaasaegne tehas on keerukas laboratoorium üksnes selle vahega, et laboratooriumis on kolvid ja kolonnid väikesed, siin aga on aparaatide kõrgus mõnikord üle kolmekümne meetri.

Päris hiljuti saadi tehastes bensiini sellise kvaliteediga, mida võimaldas lähtenafta. Praegu saadakse kõrgekvaliteedilist bensiini mistahes naftaliigist.

Naftatöötledjad eraldavad naftast vajalikud süsivesinikud, muutes vähemväärtuslikud süsivesinikud kvaliteetseteks. Nagu hea meister valmistab savitükkidest suurepäraseid

vaase, nii ka naftatöötledjad võivad muuta mootorile kõlbmatud süsivesinikud kõrgeoktaanseteks. Segades neid sobivas vahekorras, annavad nad vajalikku bensiini nii lennukitele kui ka autodele.

Nõukogude teadlastel on suured teened nafta töötlemise uute meetodite väljakujundamisel.

Kautšuk naftast

Kautšuki tootmine naftast on ainult üheks näiteks nafta ja naftagaaside kasutamise kohta mitte põletamiseks, vaid teisteks, mitteenergeetilisteks otstarveteks.

Kummit tarvitab inimene mitmesugusel kujul sõna otseses mõttes sündimisest alates.

Lapsele on tarvis lutti, hiljem palli, täiskasvanu ja laps vajavad kalosse ja vihmamantlit. Igas majas, igal inimesel on kindlasti ühel või teisel kujul kummit.

Eriti laialdaselt kasutatakse kummit tehnikas ja transportis.

Auto ei liigu ilma bensiinita, ent kui bensiin on olemas, kuid puuduvad kummid, ei sõida auto kusagile.

Teise maailmasõja algul vallutas Jaapan Inglismaale kuuluvad Saalomoni saared. Need saared aga olid Ameerika Ühendriikide olulised kautšukiga varustajad.

Ameerika Ühendriigid jäid ilma kautšukita. See oli neile raskeks löögiks.

Igal autorattal on välis- ja sisekumm. Kummi valmistamiseks aga on vajalik kautšuk. Kogu Ameerika autoparki ähvardas seismajäämise oht.

Kust võtta kautšukit sise- ja väliskummide valmistamiseks? Keemikud hakkasid kiiresti otsima kautšuki aineid.

NSV Liidus hakati tegelema piiritusest kautšuki tootmise küsimusega juba 1926. aastal. Kuid piiritus on kallis aine.

Pöörduti nafta poole — kas ei saaks temast toota kautšukit?

Naturaalse kautšuki ehituskivid on väga lähedased ühele süsivesinikule, mis esineb nafta krakkimise produktides, — butadieenile. Nende ehitus on peaaegu ühesugune.

Pärast hulgalisi katseid leiutati tööstuslik meetod sünteetilise kautšuki tootmiseks naftagaasidest. See meetod on polümerisatsioon, ainult palju sügavam kui bensiini saamisel.

Peale butadieeni hakati hiljem kasutama ka isobutüleeni. Nafta süsivesinikest toodetud kautšuk osutus autokummide valmistamisel mitte halvemaks looduslikust, vaid sisekummide puhul isegi paremaks.

Käesoleva raamatu kolmandas peatükis on loetletud palju aineid, mida saadakse naftast mitte põletamiseks, vaid muuks otstarbeks.

Glütseriini tunneme hea vahendina naha pehmemdamiseks.

Glütseriini peamine kasutusala on aga teistsugune. Glütseriin on üks tähtsamaid tehnilisi produkte. Ta on vajalik lõhkeainete — nitroglütseriini ja dünaamiidi — valmistamiseks.

Glütseriini abil valmistatakse tsellofaani ning ka perga-mentpaberit saadakse glütseriini abil.

Glütseriini võib saada naftagaasides leiduvast propaanist.

Naftast saadakse valget ja kollast parafiini nii apteekide kui ka tikuvabrikute jaoks.

Naftatööstuse rajoonides on parafiinivabrikud ning seadmed bituumeni tootmiseks ja sulfohapete valmistamiseks, mis on vajalikud lõnga pesemisel ja rasvast vabastamisel, naftenhappeseepide saamisel jne. — terved linnad suuri ja väikesi seadmeid. Nad kõik teenivad üht eesmärki — valmistada naftast sadu mitmesuguseid produkte, mis on vajalikud rahvamajandusele.

MÄÄRDEÖLID

Mis on hõõrdumine

Kunagi väga ammu leiutas inimene ratta.

Leiutas, aga kasutada ei saanud.

Lühikest maad väikese koormaga võis kuidagi sõita. Tõsised raskused tekkisid aga siis, kui maa oli pikem ja koorem suurem: veoki teljed hakkasid suitsema ja süttisid põlema.

Kus on tulekahju, seal on vaja vett. Algul inimene tegigi nii: sõites pikka maad, võttis ta kaasa veetagavara ja kogu tee valas telgedele vett.

Teljed nagisesid ja susisesid, kuid põlema enam ei läinud.

Veel päris hiljuti, aastat kakskümmend tagasi, «määriti» mõnes kohas Kaukaasias ja Kesk-Aasias arbaade telgi sellisel viisil veega. Niisuguse arbaa sõitu võis kuulda kümne kilomeetri kaugusele, nii valjusti krigisesid tema rattad.

Hiljem hakkas inimene telgi määrima vee asemel loomarasvaga.

Sõita oli nüüd parem.

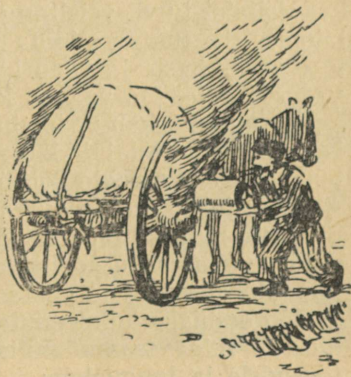
Mispärast?

Vesi voolas teljelt ära ja teda tuli kogu aeg juurde valada, rasv aga kleepus tugevasti telje ja puksi pinnale ning püsis seal kogu teekonna vältel, vähendades hõõrdumist.

Mis on hõõrdumine?

Parima vastuse annavad meile uisud.

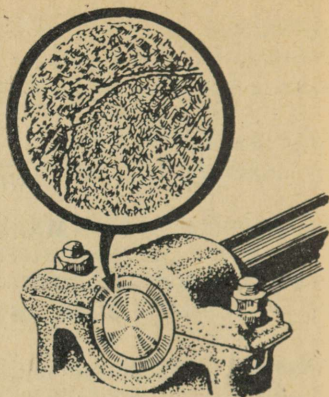
Võtame kaks tasast pinda — jää ja klaasi.



Veoki teljed süttisid põlema.

Jääl libisevad uisud täiesti vabalt, kuid mööda klaasi või kõige tasasemat kivipõrandat ei saa uiskudega sõita.

Selgub, et küsimus on väga lihtne. Kui uisutaja astub jääle, siis sulab rõhu ja liikumise tõttu uisuterade all jää ning seal moodustub õhuke veekiht. Jää ja uiskude vahel on kogu aeg vedela määride kiht ning seepärast libisevadki uisud jääl. Uisud libiseksid igasugusel tasasel pinnal, sealhulgas ka kivil, kui uisuterale saaks anda kogu aeg näiteks masinaõli.



Selles kohas toimub hõõrdumine.

Klaasi ja asfaldi pinnal ei libise uisud sellepärast, et uiskude metalli ebatasasused haakuvad klaasi ja asfaldi pinna ebatasasuste taha.

Pindade ebatasasuste haakumine on peamine hõõrdumist tekitav jõud.

Looduses pole pindu, millel puuduksid ebatasasused. Kui hoolikalt me ka metalli lihviks, mikroskoobi all selgub ikka, et tema pind on hirmus mägede ja orgude kuhjatis.

Kiilasjääl tunneme piltlikult hõõrdumise tähtsust.

Hõõrdumine on vajalik — ta annab meile võimaluse käia, istuda ja töötada.

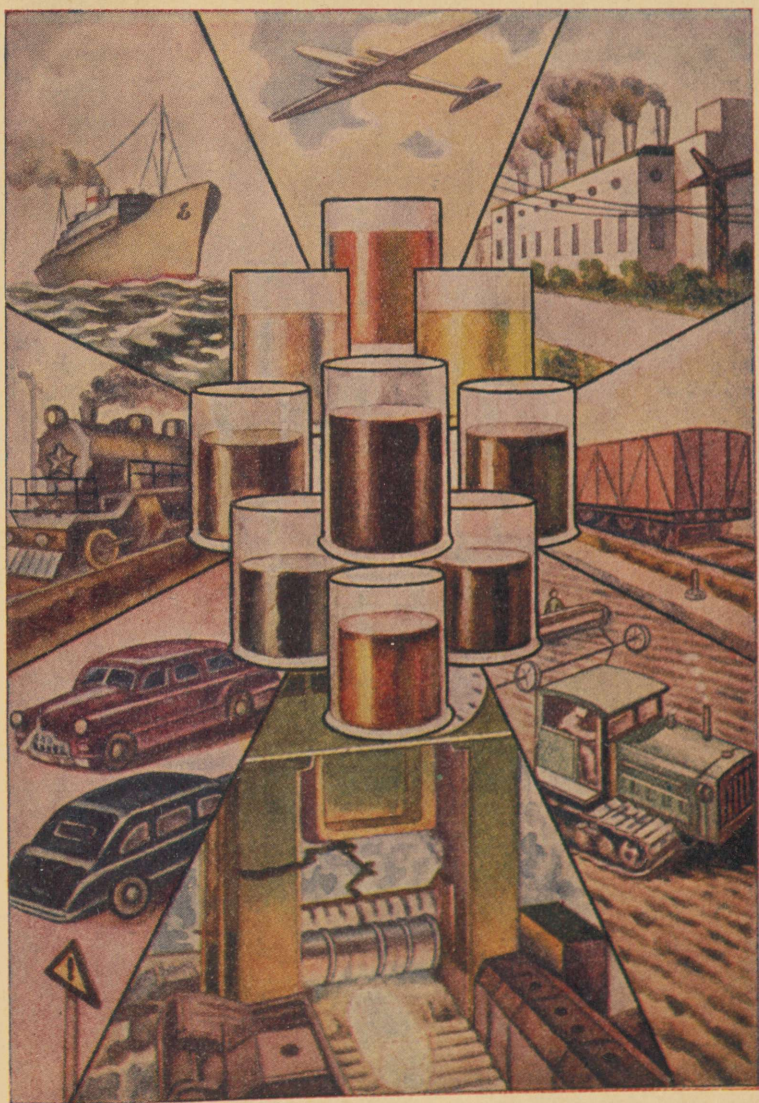
Reisijaist tulvil reisirong sõidab kiirusega kuuskümmend kilomeetrit tunnis. Teda abistavad hõõrdumisjõud, mis tekivad rööbaste ja veduri veorataste vahel. Rattad haakuvad rööbastele ja veavad kogu rongi.

Korraga märkab vedurijuht, et rööbaste vahel on vasikas, kes oma vähese taiplikkuse tõttu ei lähe teelt eest ära. Mis teha? Vasikale peale sõita?

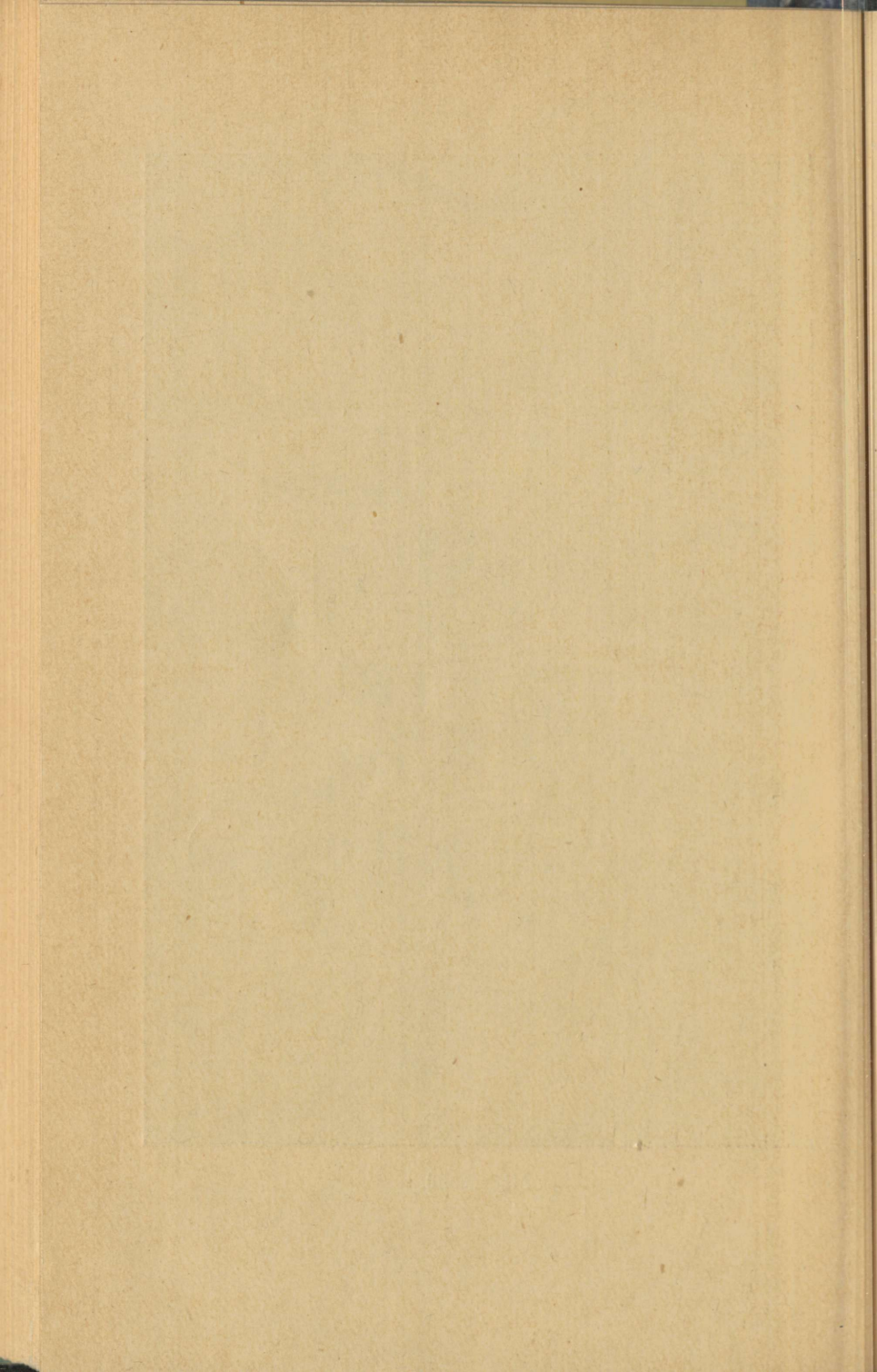
Vedurijuht surub piduri käepidet ja veduri ning vagunite ratastele langevad metalsed klotsid. Piduriklotside ja rataste pindade ebatasasused haakuvad üksteise taha ja rong peatub. Hõõrdumisjõud peatas rongi.

Hõõrdumisjõudu meenutavad Moskvas igal sügisel plakatikesed, mida trammitöölised riputavad ohtrasti kõikidele tõusudele ja langustele:

«Hoidu libisemise eest! Lehelangus!»



Määrdeõlid.



Mäest laskumisel pidurdab trammijuht vaguneid. Kõige järsumal kohal on rööpale langenud kollane sügisleheke. Ratas surub sõites lehekesest välja mahla, mahl määrib rööbaste ja ratta pinna ja ratas hakkab rööpal libisema. Trammivagunid tormavad alla. Kui trammijuht kaotab pea, võib juhtuda õnnetus.

Hõõrdumine on seega nii kasulik kui ka kahjulik.

Masinate, kus esinevad liikuvad osad ja töötavad pinnad, on ta peaaegu alati kahjulik.

Autol põhjustab hõõrdumine mootoris ja käigukastis suurt bensiinikadu. Igast 100 kilogrammist bensiinist, mida põletatakse automootoris, ei soorita 15 kilogrammi mingisugust kasulikku tööd, vaid kulub osade hõõrdumise ja õhutakistuse ületamiseks.

Seepärast võitlevad naftatootjad kahjuliku hõõrdumisega masinais. Nad toodavad kõikidele masinatele, tööpinkidele ja mootoritele määrdeõlisid ja määrdeid.

Määrdeõli ja mootor

Me tunneme juba üht nafta päritoluga määrdeõli omadust — võimet tugevasti kleepuda tahkete kehade pindadele.

Töötavate pindade heaks määrimiseks aga ei piisa sellest.

On tarvis, et määriv vedelik looks töötavatele pindadele tugeva kile.

Sellist vedeliku omadust nimetatakse määrdevõimeks. Selles omaduses seisabki nafta-määrdeõlide saladus.

Vaatleme, missugune peab olema see kile.

Automootori silindris tõuseb ja langeb pidevalt kolb.

Auto «ГАЗ-51» kuuesilindrilises mootoris toimub see 7500 korda minutis.

Varem oli juba mainitud, et põlevsegu igakordsel süttimisel tekib põlemiskambris ja järelikult ka mootori silindris kolvi kohal rohkem kui 2000-kraadine temperatuur ja rõhk umbes 40 atmosfääri.

Et kolb ei saa silindris liikuda ilma määrimiseta, siis piserdatakse silindri seintele pidevalt määrdeõli.

Tähendab, on tarvis, et määrdeõli kile taluks 2000-kraadist temperatuuri ja 40-atmosfäärist rõhku ilma seejuures katkemata.

Naftast saadud automäärdeõlid taluvad veelgi kõrgemat temperatuuri ja rõhku ning seepärast kasutatakse neid

kõikides autode, traktorite ja lennukite sisepõlemismootorites.

Nõukogude teadlaste poolt on rajatud teadus määrimisest, nn. hõõrdumise ja määrimise hüdrodünaamiline teooria.

Selle teadusharu loojad on N. P. Petrov, N. J. Zukovski ja S. A. Tšaplõgin.

Nad avastasid, et määrdeaine kasutamisel toimub hõõrdumine mitte enam metallpindade vahel, vaid määrdeaine kiles.

Määrdeaine kile tugevus sõltub õli viskoossusest, mis omakorda oleneb määrdeõli molekulide vahelistest tõmbejõududest.

Määrdeõlisid ei valmistata huupi, vaid teaduslikel alustel. Igale masinale on vajalik oma õli. Naftatöötledjad arendasid välja määrdeõlide tootmise teooria ja ehitasid tehased, kus saadakse sadu mitmesuguste omadustega õlisid ja määrdeaineid.

Kuidas valmistatakse määrdeõli

Määrdeõlide tootmist naftast alustati esimesena Venemaal. Esimene tehas ehitati 1867. aastal F. Smoljaninovi poolt endises Vladimiri kubermangus. D. I. Mendelejevi ettepanekul ehitas naftatöötledja Ragozin 1875. aastal Volga äärde, endisse Jaroslavli kubermangu suurema tehase.

1878. aastal hakkas Ragozin vedama määrdeõlisid välismaale, kus nad omandasid kindla turu ja säilitasid selle kuni Esimese maailmasõjani.

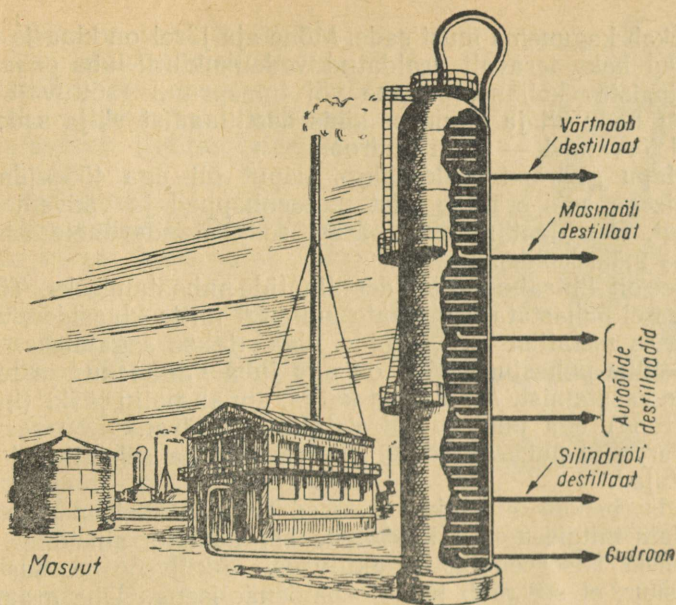
Naftatöötledjad tundsid juba ammu vedelate produktide saamist viskoossusest lähteainest. Sellest oli juttu peatükis «Nafta ümbertöötamine» (vt. lk. 181—182).

Täpselt samal viisil saadakse erineva viskoossusega määrdeõlisid. Määrdeõlisid saadakse samuti nagu bensiini ja petrooleumi destillatsioonil teel. Vahe on ainult selles, et destillatsioon viiakse läbi vaakumis, s. o. alandatud rõhul ja nafta asemel võetakse destillatsiooniks masuut.

Rektifikatsioonikolonni ülemistelt taldrikutelt saadakse kõige kergemad määrdeõlid ja edasi, mida allapoole, seda raskemad õlifraktsioonid.

Määrdeõlide tootmise juures on peamine ja huvitavaim nende puhastamine.

Masuudi vaakuumdestillatsiooni seadmest ei saada valmis



Masuudi vaakuumdestillatsioon määrdeõlideks.

määrdeõlised, vaid nende destillaate. Seepärast on nii märgitud ka joonisel.

Destillaatides on palju määrdeõlidele mittevajalikke ühendeid, nagu tõrvased komponendid, naftenhapped ja väävliühendid.

Peale selle pole mitte kõik süsivesinikud määrdeõlile kasulikud. Küllastumata ja aromaatsed süsivesinikud halvendavad määrdeõli kvaliteeti, parafiin tõstab tema hangumistäppi, naftenhapped põhjustavad metalli korrosiooni, tõrvained kahandavad määrdeõlide tugevust.

Naftatöötledjad eraldavad enne määrdeõli tarbijale andmist destillaatidest ebasoovitavad lisandid.

Määrdeõlised puhastatakse mitmesuguste meetoditega.

Võtame pool klaasitäit puhastamata destillaati. Ta on peale kõige muu veel hägune, isegi must.

Valame nüüd klaasi kümme-kaksteist grammi väävelhapet ja segame.

Meie silmade ees toimub imelik muudatus. Klaasi põhja

hakkab kogunema must sade. Mõne aja järel on klaasis tekkinud kaks teravalt eraldatud vedelikukihti: juba peaaegu läbipaistev kollane, punane või tumepruun (sõltuvalt liigist) hapu õli ja alumises kihis destillaadist välja sadenenud tõrvained — hapu gudroon.

Hapu gudroon eraldatakse, haput õli aga töödeldakse leelisega, mis eraldab õlist naftenhapped ja väävelhappe jäägi. Destillaat muutub pärast seda standarditele vastavaks määrideõlikuks.

See on lihtsaim meetod destillaatide puhastamiseks. Tööstuses ei puhastata destillaate muidugi mitte klaasides, vaid suurtes metallist tõrtes, mida nimetatakse segajateks.

Selline puhastusmeetod on aga juba vananenud ja leiab vähe kasutamist. Meetod on kallis, annab palju jääki (hapu gudroon) ega puhasta õli vajalikul määral.

Paremini puhastavad õli adsorbendid ja selektiivsed lahustajad.

Adsorbendid on tahked poorsed ained, millel on omadus neelata mitmesuguste keemiliste omadustega aineid.

Üheks adsorbendiks on aktiivsüsi. Aktiivsöe poorsus on nii suur, et see näib täiesti ebatõenäolisena. Ühe grammi aktiivsöe pooride pind on 1000 ruutmeetrit!

Teise adsorbendi silikageeli (ränidioksüüdi) pind on 450 ruutmeetrit ühe grammi kohta.

Gaasitorbikus adsorbeerib aktiivsüsi mürgised ained ja laseb läbi puhta õhu.

Adsorbentide omadusele siduda mitmesuguseid aineid on rajatud ka õlide puhastamine adsorbentidega. Naftatöölised kasutavad adsorbentidena savisid, millel on pleegitavad omadused.

Destillaat filtritakse läbi adsorbendikihi või segatakse adsorbendiga. Adsorbendi ja õli segu kuumutatakse 200—300 kraadini ja filtritakse.

Adsorbendid puhastavad destillaate paremini kui väävelhape, kuid tulemused pole veelgi sellised nagu vaja.

Moodsaks õlide puhastamise meetodiks on selektiivsete lahustajate kasutamine.

Oletame, et te ostsite kilogrammi peensuhkrut ja hakkasite koju minema. Jõekaldal purunes kott ja kogu suhkur pudenes liiva sisse.

Kuidas suhkruterakesi jõeliivast kätte saada?

Väga lihtsalt.

Tuleb võtta suhkur koos liivaga, raputada anumasse, mil-

les on kuum vesi, ja segada. Suhkur lahustub vees, liiv aga sadeneb põhja.

Jahu sekka on sattunud raualaastud. Kuidas jahu puhastada?

Magneti abil.

Magnet nimelt tõmbab raua enda külge, kuna jahu jääb maha.

Vesi ja magnet lahutasid segu koostisosadeks. See oli segude füüsikaline lahutamine.

Määrdeõlide destillaatide puhastamiseks kasutatakse lahustajaid, mis samuti füüsikalisel teel eraldavad destillaatidest mittevajalikud süsivesinikud ja muud ebasoovitaavad ühendid. Destillaadile lisatakse nafta-süsivesinikku propaani. Propaan on tavalistes tingimustes gaas; 12—14-atmosfäärisel rõhul muutub ta vedelikuks.

Propaanis, mis lisatakse destillaadile sellisel rõhul, lahustub kogu destillaat peale tõrvainete. Tõrvained sadenevad aparaadi põhja ja eraldatakse. Propaan aurustub ise destillaadist rõhu alandamisel ja destillaadist saadakse juba tõrvainetevaba õli.

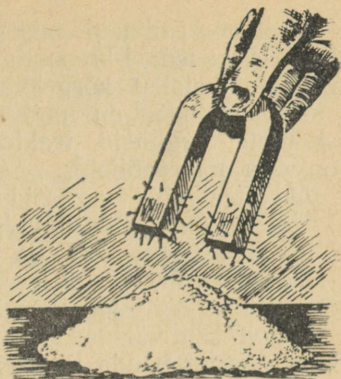
Samal meetodil eraldatakse õlist parafiin. Kasutatakse ainult teisi lahustajaid, nagu atsetooni, diklooretaani jt.

Naftatöötledjad kasutavad õlide puhastamiseks tervet rida mitmesuguseid lahustajaid.

Süsivesinikud, mis bensiinis olid kõlbmatud, sobivad hästi määrdeõlides. Näiteks parafiinsed süsivesinikud ei anna õli põlemisel peaaegu üldse tahma. Määrdeõlide omadusi halvendavad aga paljud aromaatsed süsivesinikud.

Naftatöötledjad on leidnud rea lahustajaid, mis eraldavad õlist aromaatsed süsivesinikke, parandades järsult määrdeõli omadusi. Sellisteks lahustajateks on nitrobensool, furfurool (saadakse maisikliide töötlemisel väävelhappega), fenool, kresoolid jt.

Pärast destillaadi segamist lahustajaga moodustuvad kaks kihti: ekstraktikiht — lahustaja ja selles lahustunud süsivesinikud ning rafinaadikiht — puhastatud õli.



Sellele põhimõttele on rajatud moodsad määrdeõlide puhastamise meetodid.

Meil on seadmeid, mis puhastavad õli korruga kahe lahustajaga: fenool-kresooliga ja propaaniga. Sellistest seadmetest saadakse kõrgekvaliteedilist määrdeõli.

Mida rohkem on meil vabrikuid, elektrijaamu, autosid, vedureid, vaguneid, traktoreid ja lennukeid, seda rohkem on vaja määrdeõlisid.

On vaja mitmesuguseid õlisid.

Vedur vajab peale muude õlide eriti veel silindriõli. Selle õliga määratakse kolbe ja silindrite sisepindu. Seal on vajalik raske õli, mis ei lendu veeauruga. Sealjuures ei tohi õli süttida 250—300 kraadi juures.

Või võtkem värtnad ketrusvabrikus. Nad pöörlevad sellise kiirusega, et nende liikumist pole nähagi. Siin on vajalik teistsugune õli. Transmissioon vajab oma õli. Metallilõikamisel ja töötlemisel antakse õli otse lõikekohale. Siin ei sobi masinaõli, vaid tuleb kasutada teistsugust õli. Lennukimootorile on samuti vajalik eriline õli.

Naftatöötledjad annavad igale tarbijale talle vajaliku õli.

Üle kaheksakümne liigi õlisid lasevad välja naftatöötlemistehased.

Kõikide nende õlide loetlemine nõuaks palju aega. Määrdeõlide suures hulgas saab aga orienteeruda, tutvudes nende rühmadega.

Pole sellist tööstust, kus poleks masinaid ja tööpinke.

Masinate ja tööpinkide jaoks määratud õlisid nimetatakse *industriaalõlideks*. Siia kuuluvad värtnaõlid ja masinaõlide seeria.

Sisepõlemismootoritele on ette nähtud oma rühm õlisid. Autoõlid on määratud automootoritele, lennukioõlid lennukimootoritele, mootoriõlid aga diislitele.

Samasse rühma kuulub õli *nigrool*. See on viskoosne määrdeõli, millega määratakse autode jõuülekandeseadmeid (käigukasti, diferentsiaali).

Eri rühma moodustavad õlid turbiinide ja kompressorite jaoks. Neid nimetatakse *turbiini- ja kompressorioõlideks*. Samas rühmas on originaalse nimetusega õli *frigus*, mida kasutatakse külmutusseadmete kompressorites.

Seejärel tuleb *aurumasinaõlide* rühm. Tähtsaim on neist silindriõli.

Järgmine rühm on *laevaõlid*. Sellesse rühma kuuluvad õlid, millega määratakse vee all töötavaid detaile. Vesi ei uhu neid õlisid ära.

Palju õlisid on *eriõlide* rühmas, mis on ette nähtud

Nõukogude Armee jaoks. Iga vintpüssi juurde kuulub õlikann. Pool sellest kannust on täidetud leelisõliga, teine pool neutraalse relvaõliga. Spetsiaalmäärded on ette nähtud suurtükkidele, miinipildujatele ja «katjuušadele». Määrded on olemas ka laskemoona jaoks.

Masuut on hea määre vagunite puksidele ja põllutöomasinatele. Masuut kuulub mustade määrete hulka.

Nende seas esineb õli, mis kannab nimetust «põhjaõli». Ta on ette nähtud külmade rajoonide jaoks, kus talvel on 40—50 kraadi külma.

Tema erinevus seisab selles, et ta ei hangu isegi 55-kraadise pakase puhul.

Paljusid määreõlisisid lastakse välja paralleelselt suveõlina ja talveõlina.

Tarbija peab tähelepanelikult jälgima õli sorti, sest vastasel korral võib juhtuda, et talvel satub masinasse suveõli. Suveõli ei hangu suvistel temperatuuridel, kuid talvel ta hangub ja masin jääb ilma määrdeta.

Niisugusel juhul on avarii peaaegu vältimatu, mõnikord aga võib juhtuda katastroof.

1941. aasta talvel jäid saksa tankid sagedasti seisma seetõttu, et õli hangus.

Meie tanke varustati hästi vastava õliga, nad liikusid vabalt ja löid fašiste nii pakases kui ka suvekuumuses.

Viimasel ajal on naftatöötledjad arendanud määreõlide lisandite laialdast tootmist.

Õlid vananevad ja mustuvad töö vältel. Auto- ja lennukimootorites vedelduvad õlid bensiiniga, nende viskoossus väheneb ja nad muutuvad kiiresti kõlbmatuks.

Naftatöötledjad töötasid välja lisandid, mis parandavad õlide viskoossust.

Teised määreõlid hanguvad pakases. Naftatöötledjad leidsid lisandid, mis alandavad õli hangumistemperatuuri. Naftatöötledjad on välja töötanud palju lisandeid. Määreõlide kasutajad peavad tundma neid lisandeid ja neid tarvitama.

Lisandid parandavad määreõlide kvaliteeti ja pikendavad nende kasutamisaega.

Viimane rühm on parfümeeria- ja meditsiinilised.

Need õlid on eriti puhtad. Nad on läbipaistvad nagu vesi ning lõhnata ja maitseta.

Raske on uskuda, et nad on valmistatud naftast, kuid siiski valmistavad naftatöötledjad neid oma tehastes.

Parfümeeriaõlist valmistatakse segamisel parafiiniga kõrgeima kvaliteediga meditsiinilist vaseliini, kreeme, pumateid, sünteetilist takjaõli jm.

Apteekide kappidel on palju ladinakeelseid pealkirju. Üks pealkirjadest on järgmine: *Paraffinum liquidum*.

See on nafta päritoluga meditsiiniõli, mis on veel kõrgema puhastusastmega kui parfümeeriaõli.

Sellest õlist valmistatakse ravimsalve, preparaate nahalusteks süstimisteks ja isegi mõningaid sissevõetavaid arstimeid.

*

1956. aastal täitus 108 aastat sellest, kui Bakuus Bibi-Eibatis puuriti tehnik A. Semjonovi poolt esimene naftapuurauk. 211 aastat on möödunud sellest, kui 1745. aastal F. Prjadunov Uhta jõe ääres püstitas esimese naftapuhastustehase, ja 103 aastat sellest, kui vennad Dubininid ehitasid Mozdoki linnas esimese naftadestillatsioonitehase.

Tsaari-Venemaal arenes veeuputusaegse tehnika varal naftatööstus aeglaselt. Revolutsioonieelses naftatööstuses puuriti viiekümne aasta jooksul kõigest 3,7 miljonit meetrit puurauke.

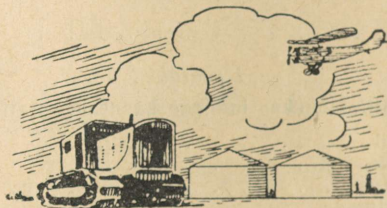
Hoopis teiseks on muutunud nõukogude naftatööstus. 1928. aastast kuni Suure Isamaasõjani puuriti nõukogude naftatööstuses puurauke 18,25 miljonit meetrit. Praegu puuritakse aasta jooksul tunduvalt rohkem, kui puuriti viiekümne aasta jooksul Venemaa kapitalistliku naftatööstuse tingimustes.

Võrreldamatud on puuraukude puurimise tehnika ja naftatootmine. Tehnilise varustuse poolest kuuluvad nõukogude naftatööstused õigusega maailmas esiritta.

Naftatöötlemistehased, mis suitsesid naftarajoonides kolmkümmend aastat tagasi, ei ole võrreldavad kaasaegsete nafta töötlemise gigantidega.

Ja juba täiesti võrreldamatud on revolutsioonieelsed naftatöölise elamud, näiteks Sabuntšini hurtsikud või Groznõi onnid, mis meenutasid eelajalooliste inimeste asulaid, praaguste naftatöölise asulatega ja kultuuripaleedega.

Niisugune on nõukogude naftatööstuse arengutee, mille on määranud Nõukogude Liidu Kommunistlik Partei ja mida viib partei juhtimisel ellu nõukogude naftatööstuse töötajate pidevalt kasvav armee.



SISUKORD

Eessõna	3.
-------------------	----

I peatükk

Millal hakkas inimene kasutama naftat

Arheoloogide leiud	6
Atešga — igavene tuli	9
Savianuma jutustus	10
Naftatööstuse kodumaa	12

II peatükk

Meie nafta

Mis oli enne revolutsiooni	16
Kapitalismi pärand	19
Viisaastakute tulemused	20
Teine Bakuu	24
Oktjabrski linn	28
Tänapäeval	29

III peatükk

Milleks me vajame naftat

Valgus ja arstimid	34
Sõjarelvad	36
Kütus, mida on parem mitte põletada	37
Autodest	39
Mootorite sõda	43
Lennukid-raketid	45
Sellest, mida paljud ei tea	47

IV peatükk

Mis on nafta

Alustame veest	52
Imepärane element	53
Süsinik pluss vesinik	55
Missugused on naftad	61
Nafta füüsikalised omadused	63

V peatükk

Naftaotsijad

Kus paikneb nafta	67
Kuidas tekkis nafta	70

Kuidas võivad naftat otsida noored koduloolased ja turistid . . .	72
Geoloog läheb välistööle	76
Tundlike aparaatidega luurajad	79

VI peatükk

Kuidas rajatakse teed naftani

Kaevust puurauguni	87
Puuraukude puurimise ajalugu	88
Rootorpuurimine	93
Mootor puuraugu põhjas	99
Maa-aluste jõudude taltsutamine	101
Kompassiga maa all	105
Puurtornid avamerel	111
Kuidas puuritakse korraga kaks puurauku	113
Üks puurauk ulatub kolme naftakihini	115
Puurtornid ratastel	116

VII peatükk

Allmaaluure

Kahe tuhande meetri sügavusel	118
Nähtamatute kiirte püüdjad	123
Kõikeläbiv neutron	126
Viimased toimingud	128
Kuulsad puurimismeistrid	130

VIII peatükk

Naftakihi saladused

Kuidas avastatakse maa-aluse maailma seaduspärasused	133
Rõhk maapõue sügavustes	137
Allmaa-kajalood	138
Manomeeter-automaat	141

IX peatükk

Nõukogude teadus naftatootmisest

Meie eelised	144
Naftakihi energia	146
Kunstlikud fontäänid	149
Naftatootmistööstuse teine elu	151

X peatükk

Kuidas toodetakse naftat

Ämbrist võimsa pumbani	156
Pump	158
Plahvatus maa all	165
Puuraukude remont	167
Elustunud fontään	168
Naftafontäänid	172

XI peatükk

Nafta ümbertöötamine

Andekas iseõppija ja suur teadlane	175
Toruahjudega seadmed	177
Naftadestillatsioonitehases	183
Krakkimine	188
Mis on bensiin	191
Katalüütiline krakkimine	196
Süsivesinikud teisenduvad	201
Süsivesinikud tihkestuvad	204
Naftagaasitehaste ajalugu	205
Süsivesinike muundamine	207
Kautšuk naftast	213

XII peatükk

Määrdeõlid

Mis on hõõrdumine	215
Määrdeõli ja mootor	217
Kuidas valmistatakse määrdeõli	218

Н. Тихонранов
РАССКАЗЫ О НЕФТИ

На эстонском языке.

Эстонское Государственное Издательство.

*

Toimetaja R. Toming. Kunstiline toimetaja H. Keigo.

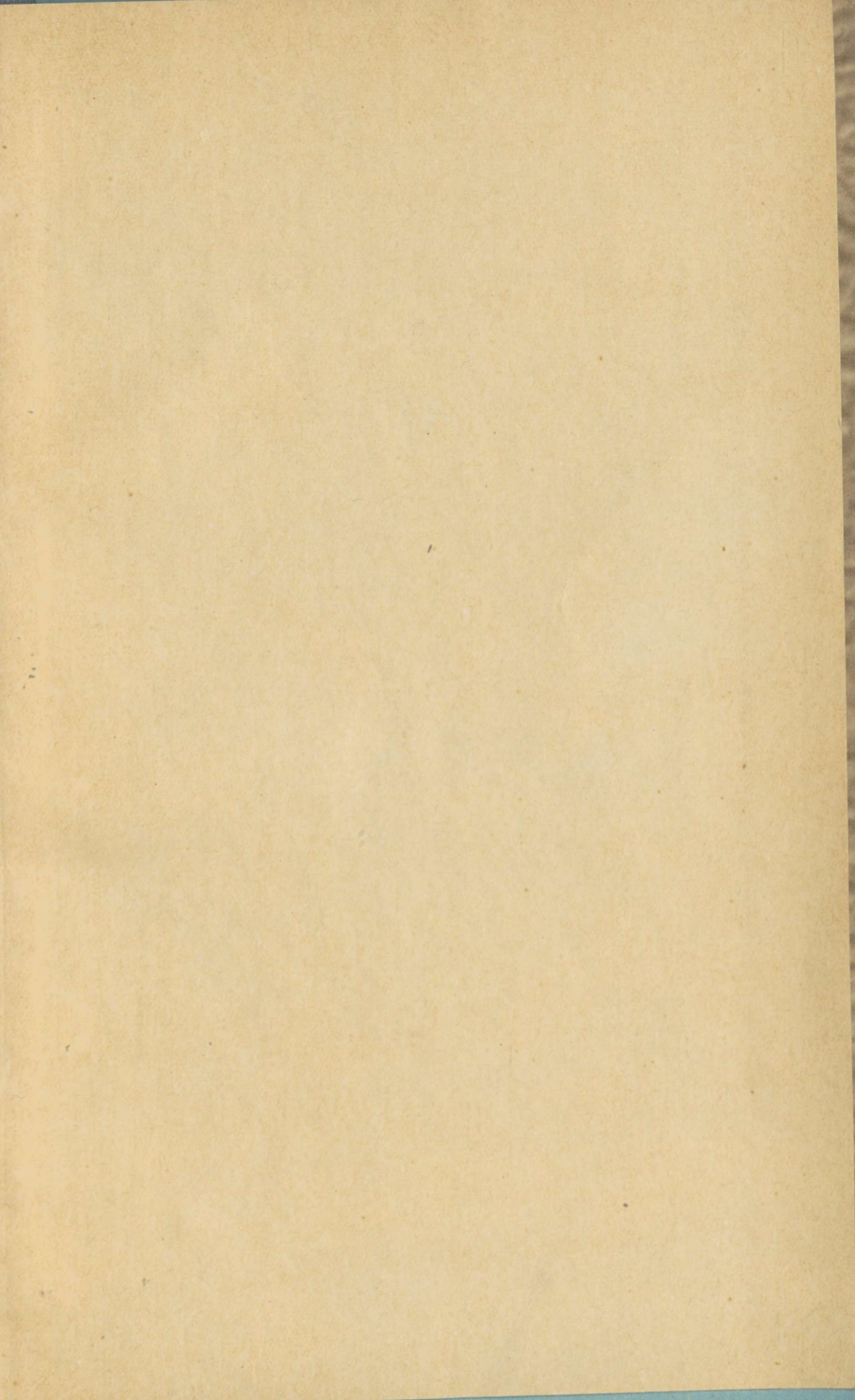
Tehniline toimetaja K. Einberg.

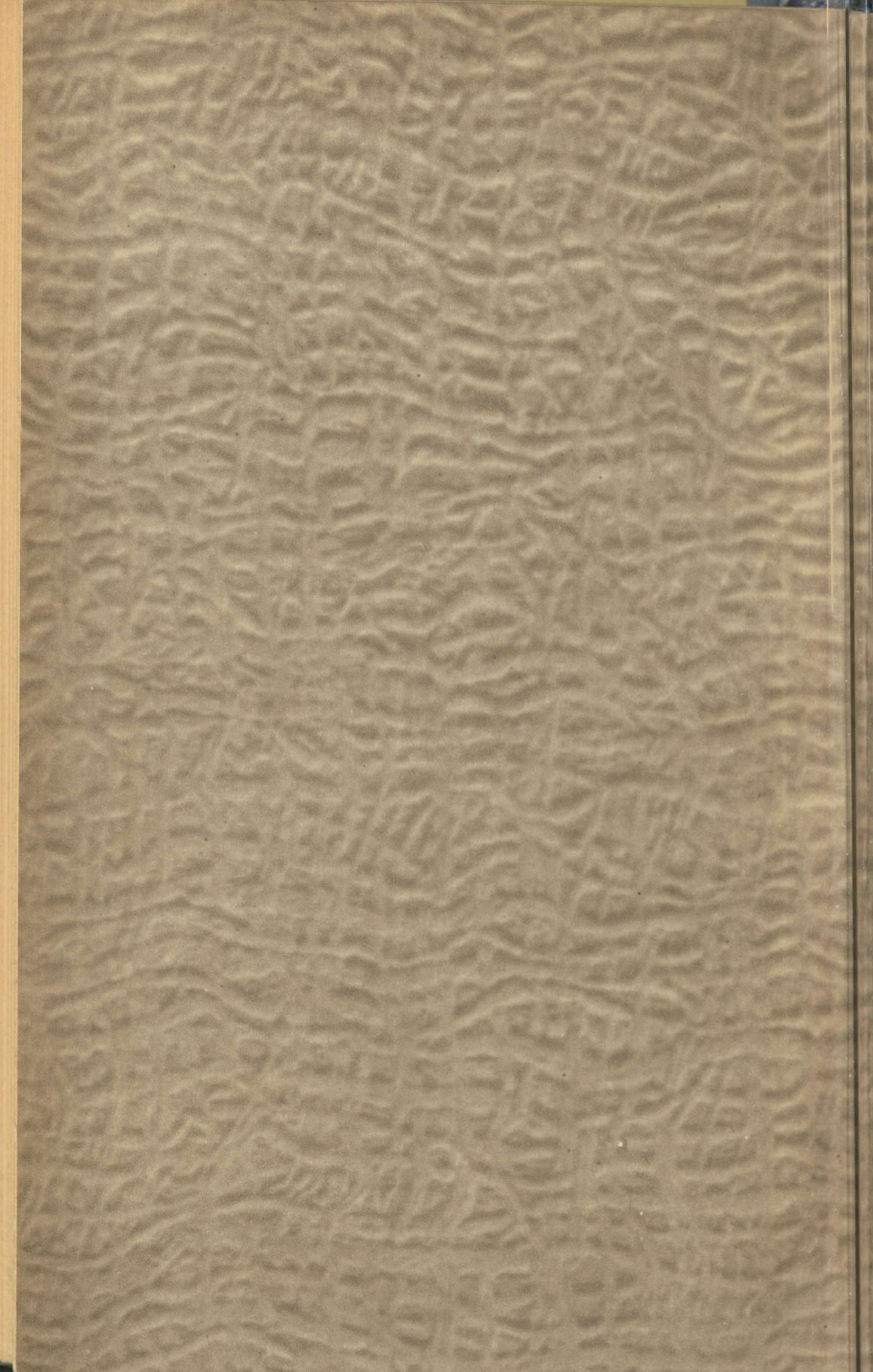
Korrektorid L. Golberg ja E. Kask.

Ladumisele antud 12. III 1956. Trükkimisele antud 23. V 1956. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 14,25 + 4 kleebist. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 11,89. Arvutuspoognaid 12,4. Trükiarv 3000. MB-04821. Tell. nr. 975.

Trükikoda «Ühiselu» Tallinn, Pikk tn. 40/42.

Hind rbl. 5.50.







Rbl. 5.50

A-21056
III

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00366838 3

Rbl. 5.50

A-21056
III



N. Tihhonravov • JUTUSTUSI NAFTAST

N. TIHHONRAVOV

JUTUSTUSI NAFTAST

