

A. PRESNJAKOV

A listatud molekul



KULTUURTÜLIKOO

Archives.



A-24000T

A. PRESNJAKOV

Alistatud molekul

2
H8882

6T 7
P 76

Originaali tiitel:

А. Пресняков
ПОКОРЕННАЯ МОЛЕКУЛА

Московский Рабочий
1960

Tõlkinud M. Piirimaa

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
52384

Me elame teaduse ja tehnika tormilise arenemise ajastul. Teadlased ründavad hoogsalt loodust, avastades selle varjatud saladusi. Tohutut edu on saavutanud keemia. Keemikud on õppinud looma orgaaniliste ainete keerukaid molekule. Süntees on muutunud võimsaks vahendiks, mis aitab suurendada senitundmatute ainete hulka Maal. Praegu luuakse palju materjale tööstuse «telli-muste» järgi.

Viimase kümne aasta jooksul on orgaanilises keemias tekkinud uus suund — õpetus kõrgmolekulaarsetest räniorgaanilistest ühenditest. See keemiaharu tekkis meie maal, selle alused rajas nõukogude teadlane, väljapaistev uurija Kuzma Andrianovitš Andrianov.

Laboratooriumidest rändasid räniorgaanilised ühendid kiiresti tööstusse. Algas uute kuumakindlate elektriisoi-latsioonimaterjalide, määrdeõlide, hüdrauliliste vedelike, soojuskandjate ja kautšukite tootmine. Valmistatakse immutusaineid, liime, tsementeerivaid, veekindlaid ja konserveerivaid ühendeid. Käesoleval ajal kasutatakse räniorgaanilisi aineid kogu maailmas. Nende tootmine kasvab aastast aastasse, sest võimalused nende rakenda-miseks on piiramatud.

Räniorgaaniliste ühendite kasutamisel on avarad perspektiivid. «Suure keemia ehitajad» peavad kiiremini käiku laskma ettevõtteid nende paljutootavate materja-lide tootmiseks, mida tööstus peab kiiresti rahvamajan-dusse juurutama.

Kõrgmolekulaarsetest räniorgaanilistest ühenditest on kirjutatud juba palju raamatuid, mis on teinud kokku-võtteid ühtedest või teistest uurimustest selles valdkon-nas, kuid kõik need tööd on mõeldud spetsialistidele.

Populaarteaduslik kirjandus räniorgaanilistest ühenditest on aga võrdlemisi kesine. Käesolev brošüür on oma sisu ja keele poolest arusaadav keemia vastu huvi tundvate lugejate laiadele hulkadele. Ta jutustab populaarses vormis räniorgaaniliste polümeeride avastamisest ja nende kasutamisest mitmesugustes rahvamajandusharudes.

P. BUDNIKOV,
UNSV TA akadeemik,
NSVL TA korrespondeeriv liige,
teaduse ja tehnika teeneline tegelane

VÖISTLUS LOODUSEGA

XX sajand on kuulus paljude tähtsate saavutuste poolest teaduses ja tehnikas. Tuletagem vaid meelde Maa tehiskaaslasi ja kosmoserakette, mis läbivad maailma-ruumis miljoneid kilomeetreid. Kuurakettide järel saadavad teadlased universumi avarustesse uusi kiireid kosmoselaevu. Ent on ka uurijaid, kelle eesmärk on teatavas mõttes vastupidine. Kui ühtede sihiks on vallutada kosmose ääretuid avarusi, siis teised püüavad avastada aatomituuma ehituse saladusi, luua uusi, senitundmatuid aineid.

Paljude maade teadlaste mitmete põlvkondade töö tulemusena avastati 92 keemilist elementi, alates kõige kergemast gaasist — vesinikust — ja lõpetades kõige raskema metalliga — uraaniga.

Seejärel selgitasid inimesed välja, missugustest osakestest koosnevad ained, ja õppisid looma elemente, mida Maal ei leidunud, nn. uraanijärgseid elemente.

Aatomite mikromaailma uurimine võimaldas kindlaks teha seadused, mille järgi aatomid ühinevad molekulideks. Inimene avastas looduses kääbusmolekulid ja hiigelmolekulid. Näiteks koosnevad vesiniku, hapniku, lämmastiku molekulid tavalistes tingimustes vaid kahest aatomist, kuna teiste ainete, näiteks tselluloosi molekulid võivad aga koosneda mitmest tuhandest aatomist.

Selgus, et hiigelmolekulid on iseloomulikud elusloodusele — taimedele ja loomadetele, mis on «ehitatud» peamiselt nõndanimetatud orgaanilistest ühenditest. Kõikide orgaaniliste ainete aluseks on süsinik. Sel hämmastaval keemilisel elemendil on unikaalne võime moodustada tohutut hulka ühendeid, mis sageli on väga keerulise koostisega. Teadus on registreerinud paarsada tuhat sellist ühendit.

Orgaaniliste ainete keeruliste molekulide tekkeprotsessid keetsid sadu miljoneid aastaid. Kuid inimene vajas kõigest mõnikümmend aastat teaduslikke otsinguid, et jõuda selgusele nende ainete ehituses ja hakata ise võistleva loodusega nende loomises.

Orgaanilistel ühenditel on inimese elus kolossaalne osa. Nad moodustavad inimese toidu, nendest tehakse riideid, jalanõusid, mööblit ja palju teisi kasulikke asju. Mis siin siis imestada, et teadlased sajandite vältel püüdsid orgaanilisi aineid saada kunstlikult, sünteesi teel. Ka see probleem on leidnud lahenduse meie päevil.

«Laias ulatuses sirutab keemia oma käed inimeste toimingutesse,» kirjutas M. V. Lomonossov juba sel ajal, kui keemia alles hakkas teaduseks muutuma. Kuid tundub, nagu oleks see öeldud täna.

Me elame keemia tormilise arenemise ajastul. Juba praegu võib meie tööstus anda inimestele kunstlikku riidet, nahka ja kümneid teisi aineid, mida loodus ei tunne. Kõikvõimalikud sünteetilised ja kunstlikud ained, kõrge kalorsusega kütused, määrdeained, eredad ja kvaliteetsed värvid, vitamiinid ja meditsiinilised preparaadid — kõik nad kuuluvad keemia poolt loodud ainete kaugeltki mitte täielikku nimekirja. Ka käesoleva seitseaastaku jooksul on ette nähtud keemiatööstuse laialdane areng. Näiteks kasvab kunstkiu tootmine 3—4, plastmasside ja teiste sünteetiliste materjalide valmistamine 6—7 korda. Seitseaastaku jooksul lõpetatakse rohkem kui 140 suure keemiatehase ehitamine ja rekonstrueeritakse üle 130 ettevõtte.

Millest on tingitud selline tähelepanu keemiatööstuse arendamisele, sünteetiliste ainete tootmise laiendamisele? Kuigi looduse võimalused on küllaltki suured, pole nad siiski piiramatud. Alustagem kas või sellest, et juba käesoleval ajal ei suuda looduslike materjalide tagavarad ja tootmine rahuldada kõiki tormiliselt areneva tööstuse nõudeid. Kuid veelgi tähtsam on see, et paljud keemilise sünteesi produktid ületavad kvaliteedilt looduslikke materjale, on odavamad ja neil on sageli selliseid omadusi, mis looduslikel puuduvad.

Peamiseks suunaks uute ainete loomisel on polümersatsiooni ja polükondensatsiooni kasutamine, kõrgmolekulaarsete orgaaniliste ühendite saamine. Nende protsesside olemus seisneb selles, et lähtematerjali, nn. mono-

meeri võrdlemisi lihtsad molekulid ühinevad lõpp-produkti — polümeeri — hiiglaslikeks molekulideks. Viimane ei sarnane oma omadustelt üldsegi lähtematerjaliga. Näiteks gaasilise etüleen polümeriseerimisel saadakse tahke aine — polüetüleen.

Kõrgmolekulaarsete orgaaniliste ainete struktuuri seisukohalt on kõige huvitavamaks fakt, et süsiniku aatomid ühinevad omavahel erakordselt pikkadeks ahelateks, mis moodustavadki iga kunstliku või loodusliku polümeeri põhimiku.

Pikkadel süsinikuahelatel on aga üks oluline puudus: hiigelmolekulid on suhteliselt «õrnad» moodustised. Eriti tugevasti mõjub neile temperatuuri tõus. Isegi nõrgal kuumutamisel hapenduvad üksikud süsinikuahela aatomid, mille tõttu polümeeri molekulid lagunevad. Polümeer kui kindlate füüsikaliste omadustega aine lakkab eksisteerimast.

Juba ammu uurisid teadlased orgaanilistest ainetest tugevamate, kuid samasuguste omadustega ühendite loomise probleemi.

Süsinik on eluslooduse põhielement. Samal ajal on eluta looduse, mineraalide ja kivimite kuningriigi põhielemendiks räni. Räni moodustab üle veerandi maakoore kaalust. Seda elementi on peaaegu 50 korda rohkem kui süsinikku. Kui aga prooviks «tugevdada» orgaanilisi ühendeid räniga? On ju räni imetlusväärset vastupidavat element, eriti kuumutamise suhtes.

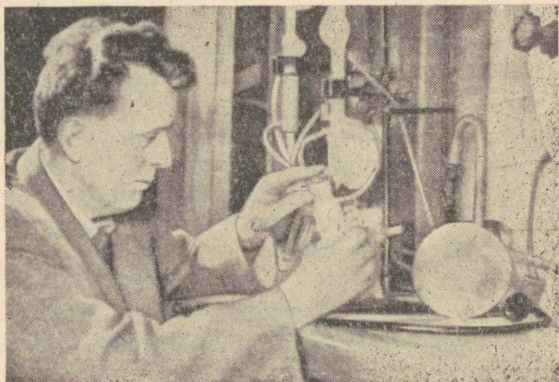
Keemikud püüdsid viia räni aatomeid orgaanilistesse ainetesse. Neid katseid kroonis edu: saadi räniorgaanilised ühendid ehk silikoonid. Esimesena sünteesis neid 1845. a. prantsuse keemik J. Ebelman. Avastatud silikoonide arv kasvas iga aastaga, kuid aastakümneid pakkusid nad ainult teoreetilist huvi. Neid õpiti tundma peamiselt selleks, et võrrelda tavaliste orgaaniliste ainete-ga.

Üus etapp räniorgaaniliste ühendite «elus» algas käesoleva sajandi 30-ndail aastail, kui inimesed leidsid neile praktilised kasutamismõimalused. See on väljapaistva nõukogude keemiku K. A. Andrianovi ja tema õpilaste teene, kes töötasid välja silikoonpolümeeride sünteesi meetodid.

Selle nõukogude teadlase, neljakordse Stalini preemia laureaadi uurimustest püüamegi veidi üksikasjalikumalt jutustada.

KUTSUMUSELT KEEMIK

Kalinini oblasti Pogorelski rajoonis on Kondrakovo küla. Siin sündis 1904. a. talupoja perekonnas Kuzma Andrianoviš Andrianov. Selles külas möödus ka tema lapsepõlv.



NSV Liidu Teaduste Akadeemia korrespondentliige Kuzma Andrianoviš Andrianov.

«Kuni kuueteistkümnenda eluaastani,» meenutab Kuzma Andrianoviš, «elasin isa juures. Lõpetasin külakooli neli klassi... 1920. aastal asusin asjaajajana tööle valla täitevkomiteesse. Seda tööd tegin peaaegu kolm aastat. Töötasin ja samal ajal õppisin iseseisvalt... Kui Rževi linnas avati pedagoogiline tehnikum, andsin sinna avalduse. Rõõmuga sain teada enda vastuvõtmisest. Kolm aastat hiljem sain tunnistuse kesk-eriõppeasutuse lõpetamise kohta.»

Juba tehnikumis huvitas Kuzma Andrianoviši keemia. Ta veetis palju aega keemiakabinetis, õppis kasutama keemiaaparatuuri, sooritas keerulisi katseid.

1926. aastal astus Andrianov 1. Moskva Ülikooli keemiateaduskonda. Üliõpilaspõlves töötas ta samaaegselt vanemlaborandina ühes Moskva oblasti maaosakonna laboratooriumis.

1929. aastal, veel enne õpingute lõpetamist, asus And-

rianov tööle V. I. Lenini nimelise Üleliidulise Elektrotehnika Instituudi laboratooriumisse. Siin alustas ta oma esimesi iseseisvaid uurimisi ja neist aegadest alates kuni tänapäevani jätkab Kuzma Andrianovitš oma pulbitsevat tegevust selles meie maa ühes suurimas teadusliku uurimise asutuses. Nimelt selles instituudis sooritatud uurimised tegid ta nime kuulsaks kogu maailmas. Alustanud tagasihoidlikust laborandikohast, sai ta seejärel instituudi teaduslikuks töötajaks, siis teaduslikuks juhendajaks ja lõpuks orgaanilise keemia laboratooriumi juhatajaks. Käesoleval ajal töötab ta elektriisolatsiooni-osakonna teadusliku juhendajana.

Väljapaistev teadlane Kuzma Andrianovitš Andrianov kulutab palju energiat ja jõudu tööstuse praktiliste probleemide lahendamisele ning kaadri ettevalmistamisele. Peale töö Üleliidulises Elektrotehnika Instituudis juhatab ta laboratooriume ka teistes instituutides. Ta on M. V. Lomonosovi nimelise Keemia Peentehnoloogia Instituudi elementorgaaniliste¹ polümeeride kateedri juhataja. Paljud noored uurijad võlgnevad talle tänu oma kindlate ja sügavate teadmiste, esimeste tõsiste loominguliste edusammude eest.

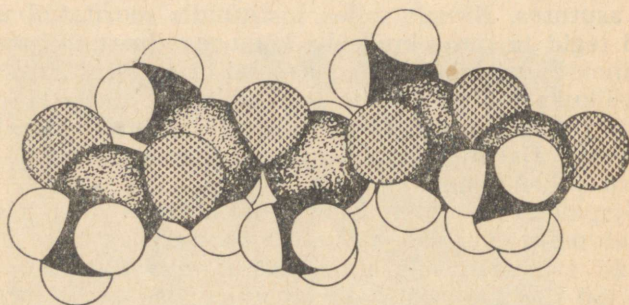
Veerand sajandit tagasi hakkas K. A. Andrianovit köitma räniorgaaniliste ühendite uurimine. Sel ajal arvati veel, et ainult süsiniku aatomid on võimelised polümeeriseeruma, moodustama hiigelmolekule. Eitati võimalust saada kunstlikul teel polümeere, mille aluseks oleks teised elemendid.

Veel 1936. a. kirjutas tuntud inglise teadlane Kipping: «Et räniorgaanilistest ühenditest tunneme vaid üksikuid, mis pealegi reageerivad väga väheste ainetega, siis on nähtavasti vähe lootust mingisugustele kiiretele ja tõsistele edusammudele selles keemiaharus.»





Aga juba aasta hiljem hakkas K. A. Andrianov avaldama oma räniorgaanilisi ühendeid käsitlevaid töid. Ta sai esimesena maailmas autoritunnistuse ühe silikoonvaidude tootmisviisi kohta. Selleaegsetes teaduslikes ajakirjades ja eriväljaannetes avaldati palju K. A. Andrianovi töid, mis olid pühendatud keemia «uue kontinendi» uuri-

¹ Elementorgaanilisteks ühenditeks nimetatakse selliseid orgaanilisi aineid, mis sisaldavad peale süsiniku veel räni, fosforit, magneesiumi, titaani ja muid keemilisi elemente.

misele. Nende hulgest äratub erilist tähelepanu kapitaalne teos «Kõrgmolekulaarsed räniorgaanilised ühendid», mille K. A. Andrianov kirjutas koostöös M. V. Sobolevskiga. See teos võttis kokku mitmeaastase uurimistöö.



Tingmärgid:

- | | | | |
|--|------------------|--|-----------------|
| 1)  | vesiniku aatomid | 3)  | hapniku aatomid |
| 2)  | süsiniku aatomid | 4)  | räni aatomid |

Osa räniorgaanilise polümeeri molekulist (skeem).

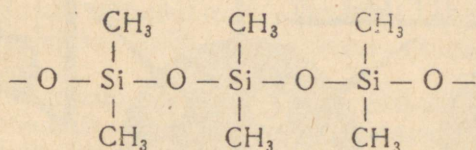
Kõige tähtsamaks K. A. Andrianovi räniorgaanilistele ainetele pühendatud töodes on selle tõestamine, et nad võivad moodustada polümeere, millel on omapärsed keemilised ja füüsikalised omadused. K. A. Andrianov ja tema kolleegid avastasid palju räniorgaanilisi aineid — monomeere, mis võivad polümeriseeruda ja polükondenseeruda. Inimkäte poolt loodud ainete hulgest asusid aukohale polüorganosiloksaanid — kõrgmolekulaarsed räniorgaanilised ühendid.

Nõukogude keemikud löid kõrgmolekulaarsete räniorgaaniliste ainete tekkimise teooria. K. A. Andrianovi ja tema õpilaste uurimuste tulemusena tehti kõigepealt kindlaks mõningad silikoonide struktuuri põhilised iseärasused.

Igas orgaanilise keemia kursuses on öeldud, et süsiniku aatomid võivad ühineda ahelikeks vahetult, ilma vahepealsete seosteta. Näiteks süsivesinikes, mis on nafta pea-

miseks koostisosaks, koosneb ahelik ainult süsiniku aatomitest. Selgus, et räni pole võimeline ühinema taolistesse ahelikesse. Selleks et moodustada aatomite ahelikke, mis sisaldavad räni, on vaja ka teisi elemente, tavaliselt hapnikku. Räniorgaanilise polümeeri molekul koosneb tavaliselt vaheldumisi paiknevatest räni ja hapniku aatomitest.

Vaadake näiteks, kuidas näeb välja osa ühe kõige levinuma silikoonpolümeeri — polüdimetüülsiloksaani valemist¹:



Nõukogude keemikute uurimiste tulemusena tõestati sellise aatomite aheliku ebatavaline tugevus. See püsivus ongi räniorgaaniliste ühendite väärtuslike praktiliste omaduste aluseks.

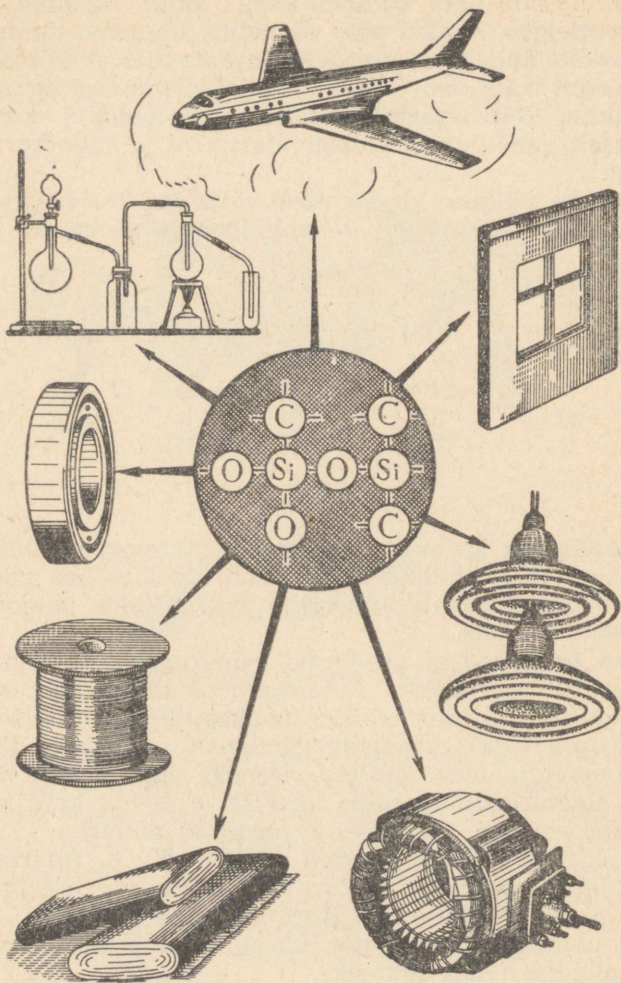
Kuid teadlased ei piirdunud räniorgaaniliste ühendite teoreetilise uurimisega. Polümeersete silikoonide tekemehhanismi uurimine abistas nõukogude keemikuid uute ainete praktiliste rakendusvõimaluste otsinguil. K. A. Andrianovi ja tema õpilaste teeneks ongi nimelt niisuguste ainete loomine, mida looduses ei leidu, kuid millel on suuri eelseid, võrreldes orgaaniliste ainetega.

Nõukogude rahvas hindab kõrgelt K. A. Andrianovi töid. Talle on neli korda määratud Stalini preemia ja kolm korda Mendelejevi Keemiaühingu preemia. 1953. aastal valiti ta Nõukogude Liidu Teaduste Akadeemia korrespondentliikmeks.

K. A. Andrianovit on autasustatud Lenini ordeniga, Tööpunalipu ordeniga, Punase Tähe ordeniga ja Nõukogude Liidu medalitega.

Selles populaarteaduslikus brošüüris räägime peami-

¹ Tähisted dešifreeritakse järgmiselt: Si — räni aatomid; O — hapniku aatomid; C — süsiniku aatomid; H — vesiniku aatomid; CH₃ — metüülgrupp.



Räniorgaaniliste ühendite kasutamine.

selt räniorgaaniliste ühendite praktilistest kasutamismü-
 sidest mitmesugustes majandusharudes. Kuid enne tahaks
 jutustada, missugust tohutut muljet avaldasid K. A. And-
 rianovi väärtuslikud uurimused välismaal.

Teadlase ja tema kolleegide poolt nõukogude teaduslikus kirjanduses avaldatud teateid uute, looduses senitundmatute ainete sünteesi kohta võiks võrrelda välguga selgest taevast. Lükati ju sellega ümber välismaa teadlaste arvamus selle keemiaharu perspektiivisest.

Kuzma Andrianovitš mäletab, kuidas 1939. aasta keskel tuli talle Buffalo ülikooli (Ameerika Ühendriigid) keemikutelt kiri palvega lubada ära trükkida kolm artiklit räniorgaanilistest ühenditest, mis olid avaldatud nõukogude keemiaalases ajakirjas. Kasutades nõukogude teadlaste poolt väljatöötatud meetodeid, said ameerika keemikud selsamal 1939. aastal terve hulga keemilisi aineid.

Andrianovi uurimused V. I. Lenini nimelises Üleliidulises Elektrotehnika Instituudis said teatavaks kogu maailmale. Uuele keemiaharule — räniorgaaniliste ainete sünteesile — pühendatud välismaa teaduslikes ajakirjades ja ajaleheartiklites rõhutati nõukogude uurijate teeneid.

Oma arengu koidikul huvitasid räniorgaanilised ühendid teadlasi vaid kui kuumakindlad elektriisolatsioonimaterjalid. Kuid üsna varsti avastati silikoonide uued, hämmastama panevad omadused, mida pole ei looduslikel materjalidel ega ka inimeste poolt seni loodud ainetel. Praktilist kasutamist leidsid silikoonid kõigepealt Nõukogude Liidus. Silikoonide võidukäik osutus nõukogude keemiateaduse tõeliseks triumfiks. Nüüd on raske nimetada sellist tehnikaharu, kus ei saaks kasutada räniorgaanilisi aineid. Nad rajavad endale teed elektrotehnikas, metallurgias, aviotehnikas, masinaehituses, meditsiinis...

Järgmistes peatükkides ongi üksikasjalikumalt jutustatud mõningatest tähtsamatest silikoonide kasutamisaladest.

VESI JA SILIKOONID

Vesi on looduse kõige suurem and. Ilma temata oleks elu Maal mõeldamatu. Ta on suurepärase lahusti ja juba seetõttu kõige tähtsam keemiline produkt. Kuid vesi põhjustab ka palju ebameeldivusi. Ta kiirendab metallide korrosiooni, lõhub ehitusi, halvendab kangaste, paberi, naha omadusi, suurendab isolaatorite elektrijuhtivust. Seda vee halbade omaduste loetelu võiks veelgi jätkata.

Juba ammu on inimesed mõelnud sellele, kuidas hoida nende poolt loodut vee kahjuliku mõju eest. Kõige lihtsamaks kaitseks vee toime vastu on esemete katmine seguga, mis ei lase vett läbi. Kõik teavad, et selleks otsustatakse kasutada õlivärve, vaiklakke, nitroemaile ja teisi aineid, mis vees ei märgu (on hüdrofoobsed). Teada on aga ka see, et kõik need ained muutuvad aja jooksul ja kaotavad oma väärtuslikud omadused. Värvide ja lakide kuivavad, pragunevad, mille tõttu niiskus pääseb uuesti ligi ning ese rikneb.

Räniorgaaniliste ühendite uurimine näitas, et silikoonide üheks tähtsamaks omaduseks on nende hüdrofoobsus. Et kaitsta ükskõik millist materjali vee kahjuliku toime eest, piisab selle katmisest silmaga ja mikroskoobiga nähtamatu õhukese silikoonkelmega, paksusega kõigest mõni molekul. Selline kile muudab pinna veekindlaks.

Elektro- ja raadiotehnikas kasutatakse keraamilisi materjale laialdaselt peamiselt isolaatoritena. Seni kuni keraamika on kuiv, on ta suurepärase dielektrik. Märjaks saades aga kaotab ta otsekohe oma väärtusliku isoleerimisvõime.

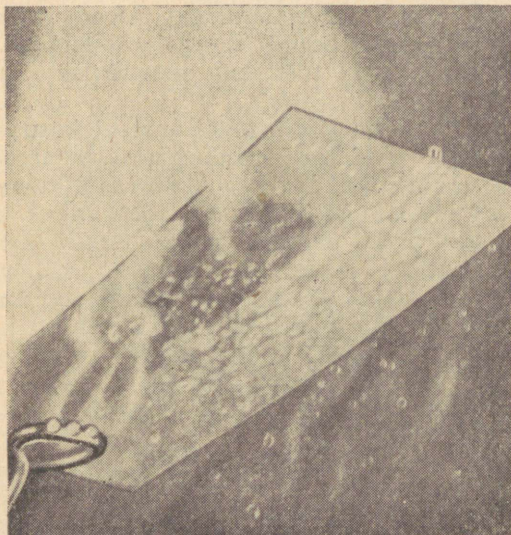
Et kaitsta keraamikat vee toime eest, piisab selle hoidmisest 15—20 minuti vältel dimetüülkloorisilaani aurudes, mis on samuti üks räniorgaanilistest ainetest. Materjalile leiduva vee toimel tekib tugev kile. Kuidas see siis toimub? Lugu on selles, et monomeer dimetüülkloorisilaan, reageerides veega, muutub polümeeriks — polüdimetüülsiloksaaniks. Seda polümeeri aga vesi ei märga. On vaja vaid isolaatorit kuumutada temperatuurini 120°, et kõrvaldada reaktsioonil tekkinud kloorvesinik. Pärast sellist töötlemist keraamika enam vett ei karda ja teda võib kasutada ka seadmetes, mis töötavad väga niiskes keskkonnas.

Sellisel viisil võib muuta veekindlaks klaasi, portselani ning teisi elektro- ja raadiotehnikas laialdaselt kasutatavaid keraamilisi materjale.

Tekkinud kile on väga püsiv; teda ei saa esemetelt maha võtta kuuma vee ega orgaaniliste lahustitega.

Sellise üliõhukese kelmega kaetud lennukite, autobuside ja trollibusside aknad ei märgu, tilgad ei valgu klaasil laiali. Niisugustel akendel osutuvad spetsiaalsed klaasipuhastajad ülearuseks.

Keemikud nimetavad vett lahjaks happeks. Ta ei lahusta teeklaasis üksnes suhkrut, vaid ka klaasi seinu. Tõsi küll, teed maitstes ei tunne te selles lahustunud klaasi maitset, kuid keemilise analüüsi abil võib kindlaks määrata lahusesse sattunud klaasi hulga.



Selle terasplaadi vasakule poolele on kantud silikoon-alumiiniumvärv, paremale poolele tavaline alumiiniumvärv. Põleti leegi ja niiskuse toimel parem pool korrodeerub; vasak pool jääb muutumatuks ja vesi seda ei märga.

Klaas laguneb isegi siis, kui ta pole vees. Teda lagundab atmosfääris leiduv niiskus. Pikaajaliste vaatlustega tehti kindlaks, et niiskuse toimel riknevad läätsede poleeritud pinnad optilistes seadmetes. Nad muutuvad tuhmi- miks ja lasevad vähem valgust läbi.

Tehti ettepanek katta läätsed üliõhukeste räniorgaaniliste ainete kiledega. Sellised kiled mängivad kahesugust osa: nad kaitsevad läätsede pindu lagunemise eest ja kõrvaldavad valguse peegeldumise. Niisugusel läätsede omaduste parandamisel on suur praktiline tähtsus.

Räniorgaanilistest ühenditest kiled kaitsevad väga

hästi metallesemeid korrosiooni eest. Selle põhjuseks on asjaolu, et metalli korrodeerumisel mängib tähtsat osa vesi. Takistades vee juurdepääsu metalli pinnale, kaitseme pinda hävimise eest. Silikoonkelme võimaldab pikendada masinate ja aparaatide eluiga. Eriti tugevad kelmed tekivad alumiiniumi, magneesiumi ja nende sulamite pinnal, sest räniorgaanilised ained moodustavad nendega keemilisi ühendeid. Enne terasesemete kelmega katmist on tarvis neid töödelda spetsiaalsete keemiliste vahenditega.

Metalli kaitsmiseks korrosiooni eest ei kasutata dime-tüülkloorsilaani, vaid teisi räniorgaanilisi aineid. Nagu juba varem mainisime, eraldavad dimetüülkloorsilaan ja teised kloori sisaldavad silikoonid töötlemisel kloorvesinikku, mis kahjustab metalli pinda. Samal põhjusel ei saa neid ühendeid kasutada kangaste, villaste riiete, paberi ja muude materjalide veekindlaks muutmisel.

Püüdke endale ette kujutada õhukest riidest kotti, millesse on valatud... vesi! Raske pähkel kujutlusvõimele? Aga tegelikult on see täiesti võimalik. On vaja vaid riidet töödelda silikoonlahusega, ja kott muutub kindlaks hoiunõuks iga vedeliku jaoks.

On olemas ka teine meetod kangaste veekindlaks muutmiseks — kummeerimine. Kuid selline kangas ei lase läbi vett ega õhku. Räniorgaaniliste ainetega töötlemise eelis seisneb selles, et töödeldud materjal laseb kergesti läbi õhku ja gaase, sest räniorgaanilised ained ei täida materjali poore. Seepärast ei häiri silikoonsegudega töödeldud riided ja nahk gaasivahetust.

Paduvihma all saab kalev läbimärjaks 10 minuti jooksul, silikoonühenditega töödeldud kalev aga peab vastu 18 tundi! Riidega seostub räniorgaaniline aine väga tugevasti. Näiteks säilitas silikoonidega töödeldud riie pärast kümnekordset keemilist puhastust kõik oma esialgsed omadused.

Silikoonühenditega töödeldud materjalid säilitavad oma esialgse väljanägemise. Tühisel määral (umbes 0,1% võrra) suureneb vaid nende kaal. Räniorgaaniline kattekiht kannatab kõrgeid temperatuure (kuni 200°). Silikoonkelmet ei saa ära pesta kuuma vee, piirituse ega teiste orgaaniliste lahustitega.

Peale veekindluse omandavad silikoonidega töödeldud puuvillased ja villased kangad veel teisigi kasulikke oma-

dusi. Nad muutuvad pehmemaks, pikaajalisel kandmisel ei hakka läikima, väheneb nende kuluvus.

Raske on üles lugeda kõiki räniorgaaniliste veekindlate kilede kasutamisevõimalusi.

Sellise kelmega kaetud lauanõusid pole vaja pärast pesemist kuivatada. Räniorgaaniliste ühenditega töödeldud nahk peab 10—20 korda kauem vett kinni. Nahk muutub elastsemaks, eriti madalamatel temperatuuridel. Silikoone võib kasutada spordi- ja kalapüügivarustuse valmistamiseks. Välismaal toodetakse räniorgaaniliste vedelikega töödeldud klaaskiust ujukeid, päästerõngaid jms. Ameerika Ühendriikides kasutatakse silikoonvedelikke triikimislaudade klaaskiust katete immutamiseks. See takistab riide kõrbemist ja kiirendab niiskuse auramist.

Meie tööstus on hakanud tootma mitut liiki polümeerseid räniorgaanilisi vedelikke, mida võib kasutada mitmesuguste materjalide hüdrofoobseks muutmisel. Kõige universaalsemad omadused on räniorgaanilisel vedelikul ГКЖ-94. Teda võib kasutada kõige erinevamate materjalide — villaste, puuvillaste ja staapelkangaste, paberi, kartongi, kipsi, betooni, telliskivi, asbotsemendi, keramika, klaasi, metallide — niiskuskindlaks muutmisel.

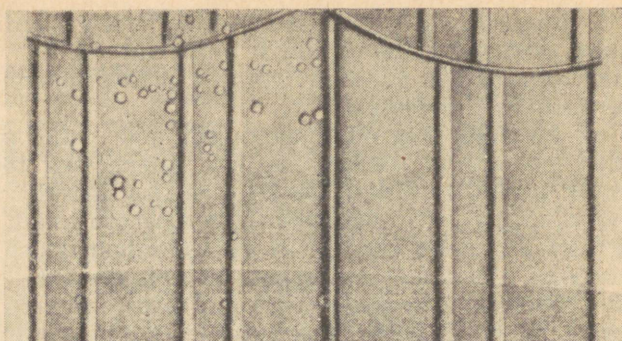
Vedelikku ГКЖ-94 võib kasutada 0,5—10% lahusega orgaanilises lahustis või erisuguste kontsentratsioonidega (0,5—10%) vesiemulsioonidena. Enne töötlemist puhastatakse pind mustusest. Vedelik kantakse pinnale kas pintli või pritsimise teel. Pärast seda töödeldakse detaili 45 minuti vältel termiliselt 120°—150° temperatuuril.

Perspektiivne on räniorgaaniliste ainete kasutamine ehituses. On ju üheks ehituste vastupidavuse peamiseks küsimuseks kaitse vee eest.

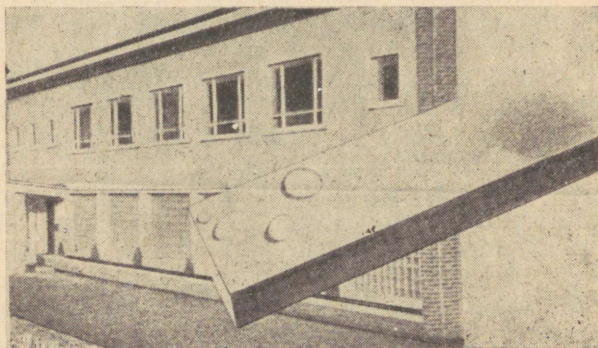
Räniorgaaniliste polümeeride segusse lisamisel kasvab tunduvalt telliskivimüüritise tugevus. Kui selliste ainetega töödelda valmis ehituskonstruksioone, siis tungivad polümeerid 3—6 millimeetri sügavusele ja see annab konstruktsioonile suure tugevuse. Analoogilise meetodiga võib töödelda telliskivist korstnaid, arhitektuurilisi detaile, kivist kunstitooteid.

Kui eterniidisegusse lisada kaks sajandikku protsenti segu kaalust räniorgaanilist emulsiooni, siis väheneb niiskuseimavus 2 korda. Tunduvalt suureneb ka külmakindlus.

Katseks kaeti Leningradis räniorgaanilise kelmega Vene



Osa hoone katusest. Vasak pool on töödeldud seguga, mida vesi ei märga; parem pool on töötlemata.



Silikonsegud kaitsevad ehitusi vee kahjuliku toime eest. Osa ehitusdetailist on töödeldud silikoonlahusega — vesi seda ei märga.

Muuseumi, Marmorpalee ja mõne teise hoone seinad. See kelme kaitseb arhitektuurilisi mälestusmärke vee hävitava toime eest.

Inglismaal on välja töötatud rida värvituud immutussegusid telliskivimüüritise jaoks. Sellised segud tungivad kõigest 4—5 millimeetri sügavusele, kuid sellest piisab, et seina välispind muutuks veekindlaks. Samal ajal ei sega niisugune töötlus õhu tsirkulatsiooni. Silikoon-

seguga immutatud telliseladu võib «hingata». Selle poolest erinevad immutussegud õlivärvidest, mis täielikult hermetiseerivad lao ja rikuvad selle poorsuse. Teisest küljest, kui osutub vajalikuks kasutada õlivärve, ei ole silikoonimmutus sellele takistuseks. Immutussegud kantakse ainult hoone välisseinale, kuid seinad jäävad kuivaks ka seestpoolt. Peale selle takistab silikoonimmutus hallitamist ja sammaldumist ning säilitab telliselao soojusisolatsioonivõime. Veekindlus säilib pärast töötlemist mitme aasta vältel.

Preparaatide lahused kantakse seintele pulverisaatori või pintslil abil ja nad kuivavad 24 tundi. Sõltuvalt pinna struktuurist ja poorsusest jätkub 4,5 liitrist lahjendatud preparaadist 10—20 ruutmeetri katmiseks.

Oma kõrge maksumuse tõttu ei soovitata ülalmainitud preparaati ГКЖ-94 kasutada ehitusmaterjalide töötlemiseks. Kuid seda võib asendada teiste, odavamate silikoonvedelikega, näiteks ГКЖ-10 ja ГКЖ-11.

Silikoonvedelikud ГКЖ-10 (naatrium-etüülsilikonaat) ja ГКЖ-11 (naatrium-metüülsilikonaat) lahustuvad hästi vee ja piirituse segus. Ehitusmaterjalide töötlemiseks kasutatakse nende vedelike 5%-list lahust. Lahus kantakse pinnale kas värvipihustiga või (tööde väikese mahu puhul) käsitsi, pintslil abil. Temperatuuril 18—20° kestab kuivamine 48 tundi. Kogu selle aja vältel tuleb detaili hoida märjakssaamise eest.

SUUREPÄRANE ELEKTRIISOLATSIOON

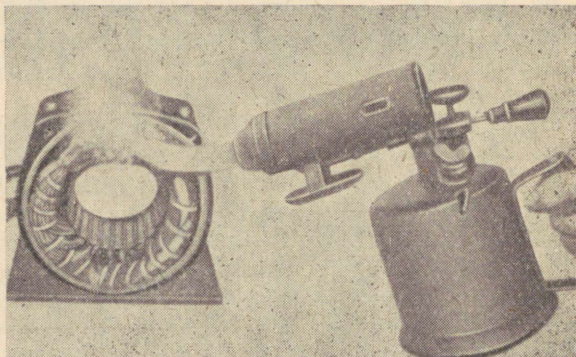
Elektrimootor töötab... Pöörlevad tööpinkide spindlid, liiguvad kraanad. Kuid äkki kostab tugevat undamist. Möödub minut, teine — ja elektrimootorist hakkab tõusma suitsu. Mis juhtus?

«Mähis põles läbi. Mootor läks rivist välja!» vastab teile iga tööline.

Nõukogude uurijad teostasid massilise eksperimendi. Uuriti 100 000 masinaehituses, metallurgias, mäetööstuses ja teistes rahvamajandusharudes kasutatava elektrimootori tööd. Selgus, et suurem osa mootoreist langeb enneaegselt rivist välja mähiste isolatsiooni mitteküllaldase vastupidavuse tõttu. Iga 5 aasta tagant peab mootoreid vahetama või tegema neile kapitaalremondi. Spet-

sialistid arvutasid välja, et juhul, kui ei võidelda elektrimootorite remontidevahelise kasutamisaaja pikendamise eest, võivad kulutused mootorite kapitaalremondile tõusta seitseaastaku lõpuks 1360 miljoni rublani¹ aastas.

Miks on elektriisolatsioon siis ebakindel? Põhjus on selles, et seda valmistatakse orgaanilistest vaikudest ja emailidest, mis kannatavad temperatuure vaid kuni 130°, maksimaalselt 150°. Edasine temperatuuri tõstmine viib isolatsiooni rivist välja.



Silikoonisolatsioon peab vastu atsetüleenpõleti leegi toimele.

Hoopis teistsugust temperatuurivahemikku lubab silikoonidest valmistatud isolatsioon. Sellise isolatsiooniga elektririistad ja -mootorid võivad töötada temperatuuridel 180°–200°; mõningatel juhtudel võib temperatuuri elektrimasinates lubada tõusta isegi kuni 250°–300°.

Silikoonisolatsiooni katsetamise ajal tehti järgmist: elektrimootori staatorimähisele suunati hapniku-atsetüleenipõleti leek. Mis juhtus? Isolatsioon ei süttinud ja säilitas oma isoleerivad omadused isegi siis, kui teda mitu minutit sel viisil kuumutati.

Uurimiste käigus tõestati, et silikoonisolatsiooni kasutamine mootorites töötemperatuuril 130°–150° võimaldab seadmete eluiga pikendada 4–6 korda.

¹ Siin ja edaspidi on kõik hinnad antud vanas hindade mastaabis. *Tõlk.*

Rahvamajanduse seisukohalt on väga tähtis veel üks elektrimootorite mähiste silikoonisolatsiooni eelis. Mootori staatori kuumenemine sõltub eelkõige mähisetraatide ristlõikepindalast. Kui me tahame traatide valmistamiseks vajalikku värvilist metalli kokku hoida traadi läbimõõdu vähendamise teel, siis kuumeneb mähis kiiremini. Seni kui on tegemist tavalise orgaanilise isolatsiooniga, ei tohi temperatuur tõusta üle 150° . Et aga silikoonisolatsiooni «soojusbarjäär» on kõrgem, osutub võimalikuks vähendada juhtmete ristlõikepindala ja seega värvilisi metalle kokku hoida. Elektrimootori mõõtmete vähenemise arvel saab 35—40% võrra vähendada ka mootori üldkaalu.

Tuhanded Nõukogude Liidu rahvamajanduse saavutuste näituse külastajad on huvitunud ühest originaalsest eksponaadist. Suures veega täidetud läbipaistvas anumast töötas lahtine elektrimootor, mille mähised ei lühistunud, vaid mida kaitses kindlalt silikoonisolatsioon. See on veel üks räniorgaaniliste ühendite veekindluse kasutamise võimalus. Silikoonisolatsiooniga elektrimootorid võivad edukalt töötada suurendatud niiskuse tingimustes — söekaevandustes, mere- ja jõelaevastikus, troopikas.

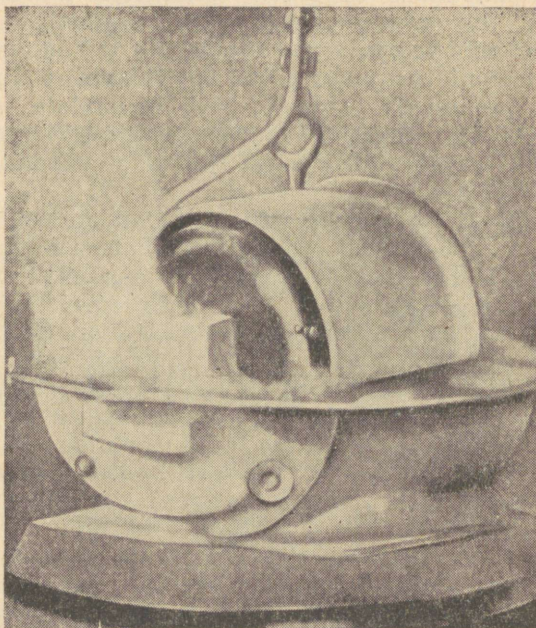
Kodumaises tehnikas on juba laialdaselt hakatud kasutama räniorgaanilisi elektriisolatsioonlakke ЭФ. Neid on mitut marki: ЭФ-3, ЭФ-5Т, ЭФ5В, ЭФ-5Бс.

Lakid ЭФ on määratud elektrimasinate mähiste immutamiseks ja elektrotehniliste kittide valmistamiseks. Kuumakindlatest lakkidest ЭФ-3 ja ЭФ-5 valmistatakse elektriisolatsioonivaike. Need materjalid võivad töötada suurendatud niiskuse tingimustes temperatuuril kuni 180° . Lahustitena kasutatakse siin bensiini, toluooli ja bensiini ning tärpentini segu.

Peale lakkide ЭФ on tootmisse juurutatud ka teisi liike elektrit isoleerivaid silikoonmaterjale. Nendeks on lakid ФЭПЦЛ-32 ja МК-4-У. Lakki ФЭПЦЛ-32 iseloomustab suur kuumakindlus. Ta kannatab 100 tundi temperatuuri 230° . Lakki МК-4-У kasutatakse raadiotehnikatööstuses. Selle lakiga kaetud pindadel on suurepärased elektrit isoleerivad omadused ning nad paistavad silma laki ja pinna (metall või klaas) hea seostumise poolest.

Transformaatorialajaamad söekaevandustes on küllaltki kallid ehitused. Nende jaoks on vaja kohale monteerida spetsiaalsed tulekindlad kambrid, millesse paigutatakse

õlitransformaatorid. Peale kõige muu on nad ka tuleoh-
likud. Iga alajaama ekspluateeritakse umbes kuus kuud
kuni üks aasta, sest murrukoht eemaldub pidevalt söe-
kihtide sügavusse. Seega pikenevad transformaatorist
tulevad juhtmed, kasvab nende takistus, mis kutsub



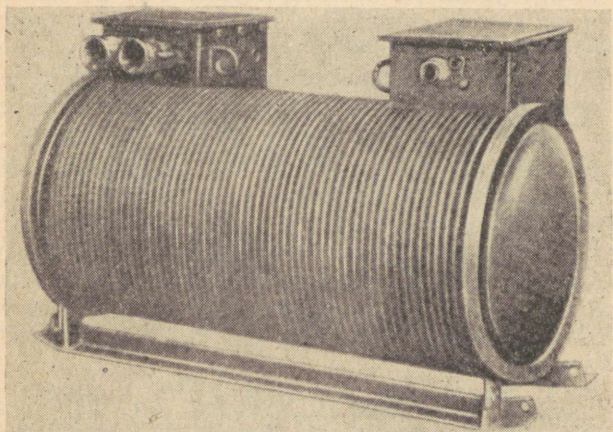
Räniorgaanilise isolatsiooniga elektrimootor
töötab vee all.

esile elektrimootorite võimsuse tunduva languse. Aasta
jooksul nihkub murrukoht sadu meetreid edasi, mistõttu
tuleb ehitada uus alajaam. Aga iga sellise transformaatori-
kambri ehitamine maksab 50 000 rubla. Kogu meie maa
ulatuses läheb kaevanduste alajaamade rajamine aastas
maksma umbes 100 miljonit rubla.

Kujutage ette, kui suuri summasid saaks säästa,
kui õlitransformaatorite asemel kasutataks kuiva iso-
latsiooniga transformaatoreid. Kõigepealt langeks ära
kalliste kambrite ehitamise vajadus. Teiseks võimaldaksid

uued transformatorid järsult vähendada nende elektrimasinate mõõtmeid ja kaalu. Uusi transformatoreid on kerge edasi nihutada vastavalt murrukohta süvenemisele.

Kuid tavaline orgaanilistest vaikudest kuivisolatsioon vajab õlijahutust. Ainult silikoonkate võimaldab toime tulla ilma spetsiaalsete kambriteta. Tuleks veel lisada, et räniorgaanilistest ainetest isolatsioon ei sütti kunagi.



Kuiva silikoonisolatsiooniga transformatori mähis.

Klaaskangad, vilgukivi, asbest on suurepärased isolatsioonimaterjalid, mis kannatavad küllaltki kõrget temperatuuri. Kuid igaüks neist vajab kas suuremal või vähemal määral mingisuguseid sideaineid. Varem piiras nende isolatsioonimaterjalide efektiivset rakendamist see, et täitematerjalina kasutati aineid, mis võimaldasid temperatuuritõusu kuni 130° — 150° . Alles silikoonvaikude ja lakkide kasutuselevõtmine sideainetena avas võimalused kompaksete ning ekspluateerimiskindlate elektrimasinate ja -aparaatide loomiseks.

Võtame näiteks klaasriide, mida võib kasutada juhtmete isoleerimiseks. Kui seda riidet pole millegagi immutatud, siis kujutab ta endast üksikuid klaaskiude, mille vahed on täidetud õhuga. Klaasriide isoleerivad omadused sõltuvad täielikult õhu niiskusest, sest riidele sadestunud niiskus muutub elektrijuhiks.

Klaasriide isoleerivad omadused suurenevad tunduvalt, kui teda immutada mingi lakiga. Kuid ainult räniorgaanilised lakid garanteerivad isolatsiooni kvaliteedi täieliku sõltumatuse õhuniiskusest. Veelgi tähtsam on see, et silikoonlakil on suur kuumakindlus, mis võimaldab järsult tõsta masinate ja aparatuuride töötemperatuuri.

Silikoonidega töödeldud klaasriiet ei tarvitata praegu mitte ainult juhtmete isoleerimiseks. Näiteks saab silikoonseguga immutatud klaaslinti edukalt kasutada rootorimähiste ankrusektsioonide keerdude eraldamiseks.

On üldiselt teada, et vilgukivi on suurepärase isolatsioonimaterjal. Ta säilitab isoleerimisvõime isegi temperatuuril 500° — 600° .

Kahjuks on aga vilgukivi kristallid väikeste mõõtmetega ja seepärast puhtal kujul seda mineraali isolaatorina kasutada ei saa. Vastupidavuse suurendamiseks liimitakse vilgukivilehekesed tavaliselt kokku orgaaniliste segudega. Vilgukivist isolatsiooni kasutatakse valtsimis- masinate võimsates veomootorites ja mujal, kus mõnikord tekivad suured ülekoormused, mis põhjustavad ülekuumenemist.

Kunstlike vilgukivide, nn. mikaniitide kvaliteet paranes tunduvalt, kui nende kokkuliimimiseks hakati kasutama silikoonseguisid.

Kihiline vilgukivi on defitsiitne ja kallis materjal. Seetõttu on praegusel ajal loodud vilgukivipaber ja -kartong, mille koostisse kuuluvad vilgukivi levinumad ja odavamad liigid — muskoviit ja flogopiit. Immutades vilgukivipaberit silikoonidega, võib saada materjale, mis pole halvemad kihilise vilgukivi baasil loodud mikaniitidest.

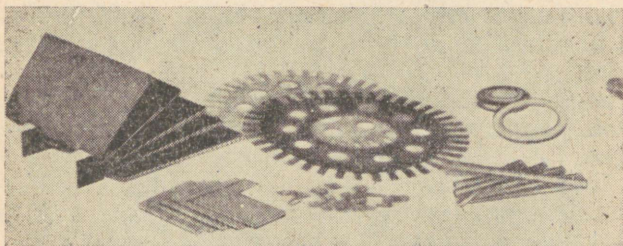
Katsetamise ajal elektrimasinates kannatasid need materjalid lühiajalist temperatuuritõusu kuni 500° . Normaalseks töötemperatuuriks vilgukivimaterjalidel on aga 200 — 250° .

Keemiateaduse areng sünnitas uued materjalid — kihilised plastmassid, millel on palju väärtuslikke omadusi: niiskuskindlus, hea mehaaniline ja elektriline vastupidavus.

Eriti väärtuslikud omadused on silikoonvaikude ja klaasriide baasil loodud kihilistel plastmassidel. Käesoleval ajal valmistatakse neist mitmesuguseid elektrotehni-

lisi detaile — paneele, elektroodide hoidjaid, mitmesuguseid silindreid ja torusid.

Silikonvaikudest võib saada väärtuslikke plastmasse. Mõned neist vaikudest muutuvad analoogiliselt tavaliste orgaaniliste vaikudega soojuse toimel lahustamatuiks ja mittesulavaiks. Täitematerjalina võib kasutada asbest- või klaaskiude. Sel juhul tekivad materjalid, millel ei ole mitte üksnes suur kuumakindlus, vaid ka suurepärase



Mitmesugused silikoonmaterjalidest valmistatud elektrisolatsioonidetailid.

isolatsioonivõime. Nendest valmistatakse mitmesuguseid detaile elektrotehnilise aparatuuri jaoks. Sellised detailid võivad töötada temperatuurivahemikus -60° kuni $+450^{\circ}$, kusjuures isegi tunduv kuumenemine ei vähenda nende isolatsioonivõimet.

Suurepärase isolatsioonimaterjalidena võib kasutada ka räniorgaanilisi vedelikke. Meie tööstus toodab nendest vedelikku «Kalor-2», mille isoleerivad omadused ei muutu temperatuuri kõikumisel -60° kuni $+60^{\circ}$. Teist vedelikku FM-1322 võib isolaatorina kasutada koguni vahemikus -60° kuni $+250^{\circ}$. Vedelaid silikoondielektreid kasutatakse peamiselt kõrgetel temperatuuridel töötavate kondensaatorite immutamiseks.

Elektrotehnika on saanud oma kasutusse uued suurepäraseid isolatsioonimaterjalid, pealegi selliste omadustega, mis teistel dielektrikudel puuduvad. See on keemiateaduse suur saavutus, mille tähtsust on raske üle hinnata.

Käesolevas peatükis ei vaadeldud me kõiki räniorgaaniliste ühendite baasil loodud isolatsioonimaterjalide liike. Paljude maade teadlaste uurimistega on loodud veel

terve rida teisi aineid, mille hulgas on tähtis koht sili-
koonkummil — seda võib kasutada ka isolatsioonimater-
jalina.

SILIKOONKUMMI

Kes teist ei tunneks tavalise kummi suurepäraseid omadusi? See on haruldane aine oma elastsuse poolest, olles ühtlasi ka hea isolaator. Kummi on asendamatu materjal autode sise- ja väliskummide tootmisel. Laialdaselt kasutatakse teda meditsiinitehnikas ja laboratoo-riumides.

Oli aeg, kus kummi valmistamiseks vajalikku kautšukit saadi ainult taimedest (hevea, koksagõss, tausagõss jt.). Vene teadlased-keemikud oskasid esimestena maa-ilmal luua kunstliku, sünteetilise kautšuki. Oma keemilise koostise poolest erineb see looduslikust kautšukist, kuid tal on samasugused omadused.

Kuid kummi ja teised kautšuktooted pole küllaldaselt vastupidavad materjalid. Nad põlevad ja kaotavad elastsuse juba suhteliselt madalal temperatuuril ($+130^{\circ}$). Kummi ei kannata ka külma. Veelgi enam, kummitooteid peab hoidma isegi otsese päikesevalguse eest, sest ultraviolettkiirte toimel lagunevad kautšuki süsinikahelad.

Seepärast tervitati keemikute loodud uut materjali — silikoonkummit — kõigis maades suure rõõmuga. See sünteesiprodukt ühendab endas nii tavalise kummi elastsuse kui ka räniorgaaniliste ühendite vastupidavuse kõrgete ja madalate temperatuuride toimele. Uus kummi säilitab elastsuse temperatuurivahemikus -70° kuni $+230^{\circ}$. See uue materjali eelis on eriti tähtis lennuasjanduses. Satub ju lennuk mõne tõusuminuti vältel kõige erinevamatesse tingimustesse.

Suurbritannia lernundustehnikas kasutatakse silastomeerist (nii nimetatakse välismaal silikoonkautšukit) valmistatud tihendeid ja ümbriseid. Need kaitsevad lennuki-detaile suurepäraselt tolmu, niiskuse ja õlide eest. Siliko-
koonkummist valmistatakse elastseid voolikuid ja toru-juhtmeid, mida kasutatakse kuuma õhu juhtimisel jääta-
misvastasesse seadeldisse. Osa õhu konditsioneerimise ning kabiinikütte seadmetest toodetakse silastomeeriga kaetud klaas- ja asbestriidest. Sellist tüüpi torujuhe liht-
sustab konstruktsiooni, kaalub vähem kui teised süstee-



Silikoonkummi säilitab elastsuse isegi külmutuskambris temperatuuril -80° .

mid, ei nõua erilist hooldamist ning vajab väga harva remonti. Alumiiniumtorud võib asendada kummeeritud klaasriidest torudega. Viimased ei karda kõrget temperatuuri, ei kutsu esile müra ega raginat. Laialdaselt kasutatakse silastomeere akende, uste ja ruumide hermetiseerimiseks lennukites. Silikoonkautšukit tarvitatakse ka lennukimootorite silindrite amortiseerimiseks.

Laialdast huvi äratav suure kuuma- ja külmakindlusega nõukogude silikoonkautšuk CKT. Kautšukist CKT valmistatud kummisortide katkemispinge on 38—

50 kG/sm², nende suhteline pikenemine on 225—350% ning nad võivad töötada temperatuurivahemikus —70° kuni +250°.

Silikoonkautšukit CKT kasutatakse vooderdus- ning tihendusmaterjalide, elektriisolatsioonidetailide ja muude toodete valmistamiseks, mis peavad töötama kõrgetel temperatuuridel.

Kõrgetel ja madalatel temperatuuridel ei säilita silikoonkummi üksnes oma elastsust, vaid säilib ka tema isolatsioonivõime. Silastomeeridest isolatsiooni võib kasutada elektrijõujaamade seadeldistes, kuivatusahjudes, šahtides, pagaritööstustes, tellisepõletamisahjudes, sise-põlemismootorite süütesüsteemides, mootorite ning vibratsioonpoolide mähistes ja soojendusriistades.

Väärtuslikku isoleermaterjali saadakse klaasriide immutamisel silikoonkautšukiga. Eriti efektiivne on selle kasutamine kõrgepingeelektrimasinates. Kui juhtmeid läbib kõrgepingevool, tekib nende ümber nn. koroonalahendus, millega kaasneb osooni ilmumine. Tavalisest orgaanilisest kautšukist isolatsioon peab sellistes tingimustes kõrgepingevoolule vastu vaid mõni minut. Silikoonimmutusega klaasriidest valmistatud isolatsiooniga juhtme katsetamised aga näitasid, et seda võib ilma vigastuste teket kartmata ekspuaterida vähemalt 1200 tunni vältel.

Inglise admiraliteet otsustas kasutada silikoonkautšukist isolatsiooniga kaableid sõjalaevade energiavõrgus ja sideliinides. Sellise isolatsiooniga kaablid on kuumakindlad, kergemad ja võivad funktsioneerida ka tulekahju ajal.

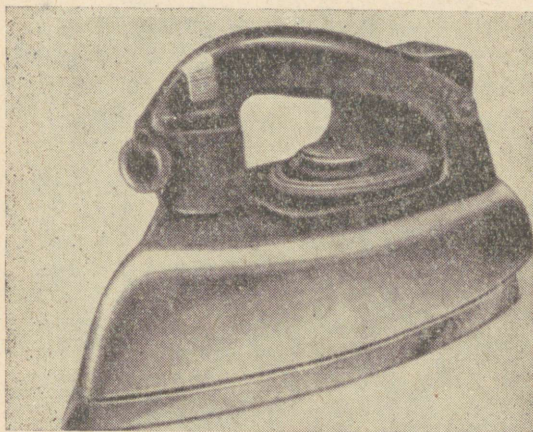
Ameerika lennuväes rakendatakse laialdaselt lintküttekehi. Need valmistatakse silikoonkummist, millesse on paigutatud elektrijuhtmete võrk. Kõigepealt kasutati selliseid küttekehi lennuki B-36 reaktiivmootori õhusiselaskeklapi jäätamisvastase seadeldise konstruktsioonis. Lintküttekehade abil võib soojendatava sõlme kinnitada või sisse mähkida ükskõik millises asendis. Neid võib isegi igasuguse pikkusega tükkideks lõigata, sest juhtmed on ühendatud paralleelselt.

Ameerika ajakiri «Aviation Week» teatas läbipaistva silikoonkautšuki loomisest, mille abil võib lahendada helist kiiremini liikuvate lennukite tuuleklaaside läbipaistvuse säilitamise probleemi.

Töötlemata kujul on uus kautšuk pehme, plastiline,

küllaltki kleepuv aine, mida on kerge vormida. Toodete valmistamiseks sellest kautšukist ei ole vaja mingisuguseid sideaineid.

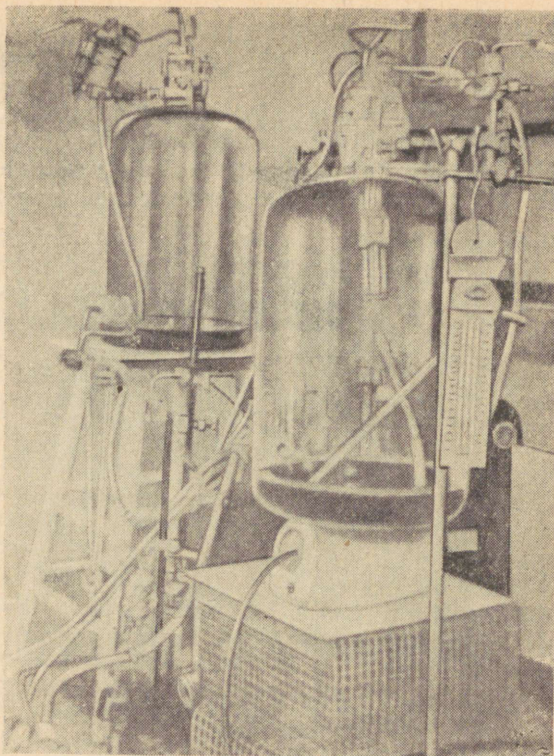
Tavaliselt tehakse lennukite tuuleklaasid mitmest klaasilehest, mis tugevuse saavutamiseks on kokku liimitud erilise läbipaistva plastmassiga (polüvinüülbutüraaliga). Kuid viimane ei pea vastu neile temperatuuridele, mis tekivad



Selles triikrauas on kasutatud silastomeerist isolatsiooni.

suurte kiirusega lendamisel. Läbipaistva silikoonkautšuki kasutamine kindlustab tuuleklaaside läbipaistvuse ja vastupidavuse temperatuurivahemikus -53° kuni $+177^{\circ}$. Kuni $+71^{\circ}$ on sellest kautšukist vahekihiga klaas veidi väiksema tugevusega kui tavaline kihiline klaas. Temperatuuridel üle $+71^{\circ}$ väheneb tavalise klaasi tugevus ja juba temperatuuril $+93^{\circ}$ on see 2,5 korda nõrgem kui silastomeerist vahekihiga klaasil.

Inglismaal tehti pikaajaste uurimistega kindlaks silastomeeride täielik füsioloogiline inertsus. Erinevalt orgaanilisest kautšukist ei teki silikoonkummil seenhallitust. Silastomeerid imevad vähe vett ja võivad taluda mitmekordset steriliseerimist kõrgetel temperatuuridel. Taimse ja loomse päritoluga rasvad ei avalda neile mingit toimet. Sellise omapärase omaduste kombinatsiooni tõttu võib silastomeerist torusid kasutada vereülekandel.



Töödel viiruskultuuridega kasutatakse silikoonkummist mürgikindlaid torusid.

Erilist huvi arstiteadusele pakuvad silastomeerist korgid. Neid võib kasutada, kartmata steriilsete vedelike, antibiootikumide, patoloogiliste proovide, vaktsiin- või viiruskultuuride riknemist.

Inglismaal kasutavad antibiootikumide ja poliomüeliidivastase vaktsiini valmistajad silastomeeridest tihendeid seadeldistes, mida peab korduvalt streiliseerima. Silastomeertoruksi tarvitatakse neurokirurgias ja maomahla proovide võtmisel. Absoluutselt kahjutud on laste toidupudelite silastomeerist lutid. Nendele ei mõju piimarasvad, neil ei ole kummilõhna ega -maitset.

Viimastel aastatel on meie maa masinaehituses laialdaselt levinud pretsisioon- ehk täppisvalu, mida kasutatakse mitmesuguste metallesemete valamiseks. Uus valumeedod avab tohutud võimalused metallide kokkuhoiuks ja tööjõukulu vähendamiseks.

Nagu teada, nõuab muldvormidesse valamine suurte töötlemisvarude jätmist, mis hiljem metallilõikepinkidel eemaldatakse.

Pretsisioonvalu lubab valmistada metallidetaile, mis ei vaja mehaanilist töötlemist. Võrreldes muldvormidesse valuga, võidetakse iga täppisvalu tonni kohta keskmiselt 150 kilogrammi metalli.

Iga liiki täppisvalu puhul tuleb vormide sisepind katta eriliste määretega, mis takistavad sulametalli kleepumist vormi külge. Tavaliselt kasutatakse sellise määrdena mingisuguse orgaanilise sideainega segatud tulekindlat pulbrit. Kui valada niisugusesse vormi vedelat metalli, põleb orgaaniline aine ära ja see rikub valmis valutoote pindmist kihti, raskendades valajate tööd.

Keemikud said lihtsa ja suhteliselt odava räniorgaanilise polümeeri etüülšilikaadi, mida tänu tema vastupidavusele kõrgete temperatuuride toimele ja tulekindlusele võib kasutada valutöödel.

Metallide valamisel kasutatavaid räniorgaanilisi vedelike muudetakse tihedamaks grafiidi abil. Püsivate metallvormide (kokillide) sisepinnale kantakse need vedelikud pintsli või pulverisaatori abil. Silikoonmäärdeid kasutatakse ka terasdetailide rõhu all valamisel.

Kui vedel teras puutub kokku räniorgaanilise vedeliku kilega, viimane aurustub, tekitades tühemiku sulametalli ja vormi vahel. Sel juhul on vorm vigastuste eest kaitsitud ning metall selle külge ei kleepu. Valatud detaile on lihtne vormi küljest eraldada.

Tööstuse kogemused näitavad, et silikoonmäärete kasutamine survevalu juures võimaldab valmistada küllaltki suurte mõõtmetega valandeid. Sel meetodil valatakse süsinik-, kroom- ja nikkelterasest masinaosi.

Eriti otstarbekohane on räniorgaanilisi määrdeid kasutada kergesti sulavate metallide valamisel. Sellise määrdega kaetud vormi võib kasutada palju kordi.

Et uued määrded on kõrge kuumakindlusega, ei hapen-

da nad vormi ega valandeid. See tõstab tunduvalt detailide kvaliteeti.

Etüüsilikaati kasutatakse sideainena, kui valatakse väljasulatavate mudelite abil. Sel juhul kaetakse vahast või parafiinist valmistatud mudeleid maršaliidist (kvartspuuder) ja etüüsilikaadist koosneva seguga. Pärast segu esimese kihi kuivamist kantakse sellele teine kiht, kuivatatakse veel kord ja määratakse siis mudel kolmandat korda üle. Valuvormide kuumutamisel sulab vahast või parafiinist mudel ja vedel mass kallatakse valamisava kaudu välja. Maršaliidist ja etüüsilikaadist kiht jääb aga valuvormi pinnale.

Räniorgaanilisi vedelikke võib kasutada ka tavaliste muldvormide tugevdamiseks, kus nad asendavad võrdlemisi kalleid ja defitsiitseid materjale.

POLÜMEERIDE PIIRAMATUD VÕIMALUSED

Anumasse valati õlitaolist vedelikku ja asetati see elektripliidile. Siis lasti sinna termomeeter ja alustati vaatlust. Temperatuur tõusis 200°-ni, kuid vedelik ei hakanud keema ja isegi ei aurustunud nimetamisväärselt.

Nüüd viidi sama vedelikuga anum külmutuskambrisse, kus termomeeter näitas 70 pügalat alla nulli. Ja mis juhtus? Vedelik ei külmunud. Veelgi enam, ei muutunud isegi ta viskoossus — vedelik ei läinud paksemaks.

Selleks imevedelikuks, mis ei kartnud kõrget ega madalat temperatuuri, oli silikoonõli. Seda võib edukalt kasutada masinates, mis töötavad nii troopilises kuumuses kui ka polaarpakases.

Isegi see, kes pole kunagi autojuht olnud, teab, et käivitada tugeva pakasega automootorit on üsna raske toiming. Selliseid mootori kapriise saab seletada väga lihtsalt: määrdeõli külmub -40° juures, kuid juba ammu enne seda temperatuuri muutuvad naftast toodetud määrdeõlid paksuks, nende viskoossus suureneb järsult. Seepärast pole imeks panna, et mootorites otsustati kasutada hakata silikoonõli, mis ei kardaks kõrgete ega madalate temperatuuride toimet.

Ameerika Ühendriikides kohandati silikoonid... leivavormide määrimiseks. Räniorgaaniline õli kantakse vormidele pulverisaatori abil, seejärel vormid kuivatatakse

ja kuumutatakse temperatuurini 230°. Ühe vormi jaoks on vaja kõigest 0,4 grammi materjali. Sel viisil töödeldud vormi võib kasutada 200 korda, järelikult tuleb silikoonõlidega määrimine odavam orgaanilistest määretest. Peale selle ei hakka silikoonõlid suitsema nagu orgaanilised õlid.

Silikoonid takistavad toiduainete külmumist külmutuskambrite riulite külge isegi pärast 3 tundi kestnud külmutamist -30° juures.

Silastomeerid ei reageeri orgaaniliste ainetega. Tarretiste, kooreveniste, kompvekkide ja muude suhkrutoodete valmistamisel kasutavad inglise kondiitrid elastset silastomeerist võrme. Kui kondiitritooted on valmis, saab neid hõlpsalt vormidest eraldada.

Kuni viimase ajani kasutati mitmesugustes kuivatusseadeldistes, ahjudes ja termostaatides soojuskandjana ainul veeauru ja orgaanilisi õlisid. Sel puhul oli võimalik saavutada temperatuure 130° — 180° . Kui aga oli vaja kõrgemaid temperatuure, siis tuli otsida teistsuguseid kuumutamiseviise. Katse kasutada soojuskandjatena räniorgaanilisi vedelikke andis hiilgavaid tulemusi. Osutus, et temperatuuri võib tõsta kuni 350° -ni. Uued seadeldised osutusid elektrilistest aparaatidest töökindlamaks ja ökonomsemaks.

Tööstuses tuleb sageli kasutada mitmesuguseid hüdraulilisi süsteeme. Nii näitavad juhtpultidel paiknevate mõõteriistade osutid kütusekulu, õli- ning veesurvet ja määride olukorda laagrites. Minnes aga teisele poole juhtpulti, näete keerulist toruderägestikku, milles mineraalõlide abil antakse edasi signaale agregaatidelt kontrollmõõteriistadele.

Nüüd hakkavad räniorgaanilised vedelikud mineraalaineid välja vahetama. Juba rohkem kui üks kord on rõhutatud, et nad ei karda kuuma ega külma, et nad ei mõju metallidele, et nad on alati ühesugused, sest isegi kuumutamisel nad peaaegu ei paisu. Räniorgaaniliste vedelike kasutamine hüdraulilistes sõlmedes kindlustab mõõteriistade näitude suure täpsuse ja täieliku usaldatavuse.

Uute vedelike väike viskoossus isegi madalatel temperatuuridel võimaldab vähendada torude ristlõiget. See alandab peaaegu poole võrra hüdrauliliste süsteemide kaalu.

On täheldatud veel üht nende polümeeride huvitavat omadust — võimet hävitada vahtu. Suhkru ning anti-biootikumide — penitsilliini ja streptomütsiini — valmistamisel on vaja aurustada hiiglasuuri vedelikuhulki. Aparaatides tekib palju vahtu, mis segab tehnoloogilise protsessi käiku ja põhjustab ka suhkru ning antibiootikumide kadusid.

Räniorgaanilised polümeerid vahuhävitajatena mõjuvad ka kõige tühisemates annustes. Piisab ühe grammi vedela polümeeri viimisest tuhat liitrit suhkrulahust sisaldavasse katlasse, et täielikult vältida vahu tekkimist. Preparaadi lisamine ei mõjuta mingil määral toote kvaliteeti või iseloomulikke omadusi. Vahuhävitajana hakatakse silikoone kasutama ka kondenseeritud piima ja veini tootmisel ning rasvade töötlemisel.

Üha laiemalt kasutatakse silikoone arstiteaduses. Tänu sellele, et räniorgaanilised vedelikud ei reageeri hapnikuga, võib nendega määrada kunstlikuks hingamiseks vajalike hapnikuaparaatide ventiile. Silikoonsegudega immutatud marli muutub suurepäraseks sidumismaterjaliks, sest ta ei kleepu haava külge.

Väikese viskoossusega vedelikke kasutatakse vahendina vee eemaldamiseks vereplasmast. Samal ajal soovitatakse suure viskoossusega vedelikke rakendada asendava vedelikuna opereeritud rinnakorvis, kus osa kopsukoest on eemaldatud.

Silikoonvedelikud on täiesti kahjutud, nad tungivad sügavale nahasse, kuid ei kuivata seda; nad ei muutu seismisel kibedaks. Seepärast hakatakse räniorgaanilisi aineid lisama päevitus- ja põletusvastaste kreemide ning mas-saažsalvide koostisse.

Silikoone on hakatud rakendama lokivedelikuna kuuekuuliste lokkide tegemisel. Sellise soenguga võib jääda isegi paduvihma kätte.

PILK TULEVIKKU

Keemiateaduse eriline tähtsus seisneb selles, et ta on andnud võimaluse edukalt sünteesida ettemääratud omadustega kunstlikke aineid. Nagu mitšuuriinlik bioloogia, mis loob uusi, väärtuslikumaid taime- ja loomaliike, toodab orgaaniline keemia selliseid sünteetilisi aineid, mida

looduses pole. Oma keemilise püsivuse, mehaanilise tugevuse ja mitmete teiste füüsikaliste omaduste poolest ületavad nad seni masina- ja aparaadiehituses kasutatavaid värvilisi metalle.

Keemilise sünteesi teadusel on õnnestunud luua sadu ja tuhandeid orgaanilisi aineid, mida praegusel ajal kasutatakse rahvamajanduse kõige erinevatel aladel ja igapäevases elus.

Orgaanilised plastmassid on väga väärtuslikud. Nad ei karda hapendumist, neile ei mõju happed ega leelised. Kuid neil on üks suur puudus — «soojakartus». Naftast saadud mineraalõlid on suurepärase omadustega, kuid langevad rivist välja tugevate pakaste puhul.

Nõukogude teadlased eesotsas K. A. Andrianoviga leidsid tee nende ainete omaduste parandamiseks. Omapärane räni ja orgaaniliste ainete sümbioos võimaldas saada materjale, mis omadustelt ületavad tavalisi orgaanilisi aineid. Orgaanilise ja anorgaanilise keemia piiril asetseva uue teaduse saavutusteks on kuuma- ja külmakindlad dielektrikud, määrded, hüdrofoobsed ained, vahuhävitajad jne.

Räniorgaaniliste polümeeride tundmaõppimine on alles oma arengu algstaadiumis. Praegusel ajal on meie käsutuses ainult kolm-nelikümmend räniorgaanilist ainet, sest meie teadmised ja kogemused sel alal piirduvad kõigest 20 aastaga. Pole kahtlust selles, et lähemate aastakümnete jooksul kasvab kiiresti tehniliselt väärtuslike siliioonide arv. Silikoonpolümeerid võivad saavutada rahvamajanduses koha, mis ei jää tähtsuselt maha orgaaniliste polümeeride asendist.

Räniorgaaniliste ühendite tööstuse tormilist arengut ei täheldata mitte ainult meil Nõukogude Liidus, vaid ka teistes maades. Kui 1947. aastal nende toodang kapitalistlikes riikides moodustas kõigest 600 tonni, siis 10 aasta pärast, 1957. aastal, toodeti neid juba 50 000 tonni. Viimastel aastatel on kasvutempo muutunud veelgi kiiremaks.

Teadus ja tehnika arenevad muinasjutulise kiirusega.

Ehitatakse helist kiiremini lendavaid lennukaid, luuakse kõrgendatud temperatuuri juures töötavaid masinaid, valmistatakse agregate, milles toimuvad keerulised keemilised ja füüsikalised protsessid. Selliste masinate ja apa-

raatide loomine nõuab uusi materjale. Suurt abi selles osas peab osutama räniorgaaniliste ühendite keemia.

Kaasaegne keemia on üles tõstnud terve hulga probleeme, mis tuleb lahendada lähemas tulevikus. Orgaanilised polümeerid on väikese kuumakindlusega elastsed ained. Samal ajal ei karda räniorgaanilised polümeerid kõrgeid temperatuure, kuid pole küllaldaselt elastsed. Seepärast on teadlaste ette seatud tõsine ülesanne — saada selliseid polümeere, mis oleksid nii kuumakindlad kui ka elastsed. Me seisame selle probleemi lahendamise lävel.

Uueks ja perspektiivsemaks suunaks keemias on suurema mehhaanilise tugevusega räniorgaaniliste polümeeride süntees, mida saab teostada molekulide struktuuri ümberkorraldamisega ning uute perioodilisuse süsteemi elementide molekulide koostisse viimisega.

Käesoleval ajal on nii meil kui ka välismaal saadud uut tüüpi polümeere — polüorganometallosiloksaane. Nendes ühendites koosnevad molekulide ahelikud räni, hapniku ja alumiiniumi, räni, hapniku ja titaani jt. aatomitest. Mõningad neist on juba praktilist rakendamist leidnud. Nende kuumakindlus ületab mõnikord isegi polüorganosiloksaanide oma.

Keemia uue «kontinendi» perspektiivid on avarad. Teadus sammub julgelt edasi, luues üha uusi ja uusi materjale rahvamajanduse arendamiseks, kommunismi ehitavate nõukogude inimeste elutaseme tõstmiseks.

SISUKORD

| | |
|---|----|
| Võistlus loodusega | 5 |
| Kutsumuselt keemik | 8 |
| Vesi ja silikoonid | 13 |
| Suurepärane elektriisolatsioon | 19 |
| Silikoonkummi | 26 |
| Valajate uus materjal | 31 |
| Polümeeride piiritud võimalused | 32 |
| Pilk tulevikku | 34 |

Пресняков Александр Григорьевич

ПОКОРЕННАЯ МОЛЕКУЛА

На эстонском языке

Оформление Х. Аас

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja H. Korpman
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja I. Vahtre
Korrektor E. Hiedel

Ladumisele antud 9. VI 1961. Trükkimisele
antud 24. VIII 1961. Paber 54×84, 1/16. Trüki-
poognaid 2,5. Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 2,05. Arvutuspoognaid 1,76.
Trükiarv 5000. Tellimise nr. 5707. Hans
Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Üli-
kooli 17/19. I

Hind 5 kop.

Trükiviga

| Lk. | Rida | On trükitud | Peab olema |
|-----|-------|----------------|----------------|
| 30 | 5 alt | streiliseerima | steriliseerima |

Tellimine nr. 5707.

5 kop.

A-24000

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00358708 8