

L 72-3
95

L
55

V. KURŠS, A. STINKULE

MĀLI
LATVIJAS ZEMES DZĪLĒS
UN
RŪPNIECĪBĀ



IZDEVNIECĪBA «LIESMA» RĪGĀ 1972

553
Ku784

Valsts Lāča Latv. PSR
valsts bibliotēka

72 -23.051

0309016548

В работе изложены вопросы состава, условий образования, свойств глин, рассмотрено распространение и значение глинистых пород в земной коре в Латвии, приведены сведения об использовании глин, их промышленных и геологических запасах, обеспеченности отдельных предприятий или отраслей промышленности глинистым сырьем.

Работа рассчитана на геологов, географов, химиков-технологов, строителей и широкий круг читателей, интересующихся природными богатствами Латвии.

IEVADS

Zemes garozas augšējās kārtās visvairāk izplatītie ieži ir māli. Sajā ziņā Latvijas teritorija nav izņēmums.

Māliem ir liela praktiska nozīme kā būvmateriālu, keramiskās un citu rūpniecības nozaru izejvielai. No kopējā derīgo izrakteņu ieguves apjoma mūsu republikā mālus iegūst vairāk nekā 10%, bet absolūtos skaitļos — apmēram 1 milj. m³ ik gadus. Atklātas un detalizēti izpētītas vairāk nekā 70 mālu atradnes. Pēti to rūpnieciskai izmantošanai piemēroto mālu krājumi sasniedz 130 miljonus m³, kas nodrošina uzņēmumu — mālu patērētāju nepārtrauktu darbu vēl vairākus gadu desmitus. Blakus jau sen pazīstamajām mālu izmantošanas nozarēm — ķieģelrūpniecībai, drenu cauruļu un kārniņu ražošanai, pēdējos gados strauji attīstās jaunas rūpniecības nozares, kuras mālus izmanto kā izejvielu. Tām pieskaitāma betona vieglo liesinātāju — keramzīta oļu un agloporīta ražošanā, kā arī grūti kūstošo mālu izmantošana kanalizācijas cauruļu un tuvākajos gados, domājams, arī klinkera oļu ražošanai. Celtniecībā pieaug pieprasījums pēc dažādas nokrāsas keramiskajiem apdares materiāliem. PSKP XXIV kongresa direktīvas paredz palielināt vairāku būvmateriālu (vieglo betona pildvielu, ķieģeļu, cementa, drenu cauruļu) ražošanu, kuru galvenā izejviela ir māls. Tādēļ vispusīgi jāizpēta mūsu republikas mālu sastāvs un īpašības, tāpat jāpārvērtē visas agrāk pētītās mālu atradnes, lai tās visracionālāk izmantotu.

Ar šiem jautājumiem savā ikdienas darbā saskaras dažādu nozaru speciālisti. Tomēr mūsu plašās ģeologu saimes savāktie materiāli, tai skaitā autoru pētījumu dati par Latvijas māliem un to izmantošanu ne vienmēr ir ērti pieejami. Šās brošūras uzdevums — kaut daļēji novērst šo trūkumu un veicināt mūsu republikas zemes dziļu plašāku izmantošanu.

MOSDIENU PRIEKŠSTATI PAR MĀLU MINERĀLIEM, TO IZVEIDOSANOS UN ĪPAŠĪBĀM

Nogulumu iežu vidū māli pēc izplatības ieņem pirmo vietu. Tomēr ziņas par mālaino iežu sastāvu, izveidošanos un īpašībām ir diezgan skopas, jo mālu pētījumi daļiņu ļoti niecīgo izmēru dēļ ir saistīti ar lielām grūtībām.

Līdz mūsu gadsimta divdesmitajiem gadiem vienīgā pētīšanas metode, kas ļāva izdarīt zināmus secinājumus par mālaino materiālu dabu, bija ķīmiskā analīze, ar kuras palīdzību noskaidrots, ka galvenās mālu sastāvdaļas ir silīcija dioksīds SiO_2 , alumīnija oksīds Al_2O_3 un ūdens H_2O . Mazākos daudzumos mālos konstatēti dzelzs, kā arī sārnu un sārmezemju metālu oksīdi. Uz ķīmisko analīžu pamata radās priekšstats, ka māli ir amorfs šo oksīdu maisījums. Citi mālu pētnieki uzskatīja, ka visu mālaino iežu galvenā sastāvdaļa ir minerāls kaolinīts, kas sastāv no silīcija dioksīda SiO_2 , alumīnija oksīda Al_2O_3 un ūdens H_2O , bet pārējie mālos atrastie elementi ir nejauši piemaisījumi. Tika izteiktas arī domas par to, ka mālu specifiskās īpašības (piemēram, plasticitāte) ir atkarīgas tikai no daļiņu niecīgajiem izmēriem, tā ka jebkuru minerālu noteiktā sasmalcinājumā var saukt par mālu.

1923. gadā Hadings Zviedrijā un 1924. gadā Rinne Vācijā neatkarīgi viens no otra publicēja datus par mālu rentģenogrāfiskajiem pētījumiem, kas apstiprināja Le Sateljē jau 1887. gadā izteikto domu, ka mālaino iežu tipiskās iezīmes nosaka īpaša kristālisku minerālu grupa — mālu minerāli.

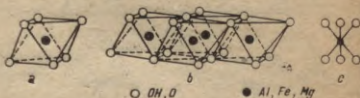
Ar rentģenanalīzēs, vēlāk arī elektronmikroskopijas, elektronogrāfijas, infrasarkanās spektroskopijas u. c. modernu pētīšanas metožu ieviešanu ziņas par mālu minerāliem sāka strauji papildināties. Tagad mālu minerāliem pieskaita samērā nelielu hidratizētu alumosilikātu grupu. Bez mālu minerāliem mālainajos iežos ietilpst vairāk vai mazāk citu piemaisījumu — kvarcs, laukšpats, karbonāti u. c.

Galvenie mālu minerāli un to uzbūve

Mālu minerālu uzbūves pamatā ir divu veidu «būv-akmeņi» — oktaedriskie un tetraedriskie tīkli. Oktaedru centrā ir alumīnija, retāk dzelzs vai magnija jons, bet to virsotnēs — 6 hidroksilgrupas vai skābekļa atomi (1. zīm.). Oktaedrisko tīklu biezums ir $5,05 \text{ \AA}^*$. Pēc atsevišķu oktaedru sakārtojuma izšķir dioktaedriskos un trioktaedriskos tīklus. Ja oktaedra centrā ir alumīnija

1. zīm. Oktaedrisko tīklu uzbūves shēma:

a — atsevišķs oktaedrs; *b* — oktaedru tīkls; *c* — vienkāršots oktaedra attēls



jons, tad oktaedri grupējas tā, ka tīklā aizpildītas tikai $\frac{2}{3}$ iespējamo pozīciju. Šādā gadījumā uz katru alumīnija jonu iznāk 3 hidroksilgrupas, un struktūra ir elektriski līdzsvarota. Ja turpretī oktaedra centrā ir divvērtīgie magnija vai dzelzs joni, tad atsevišķi oktaedri tīklā blīvi pieguļ viens otram, ir aizpildītas visas iespējamās pozīcijas un uz katru magnija vai dzelzs jonu iznāk 2 hidroksilgrupas (2. zīm.).

Tetraedri sastāv no 4 skābekļa atomiem vai hidroksilgrupām, kas atrodas virsotnēs, un silīcija atoma, kas novietots tetraedra centrā. Tīklā tetraedri grupējas pēc tā saucamā heksagonālā motīva (3. zīm.). To virsotnes parasti vērstas vienā virzienā, bet pamatnes atrodas vienā plaknē.

Pazīstami četri galvenie mālu minerālu tipi, kas atšķiras ar tetraedrisko un oktaedrisko tīklu skaitu elementārslānī.

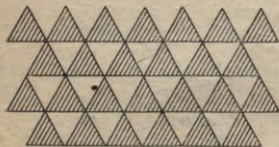
Tips 1:1. Šā tipa elementārslānī veido viens oktaedrisks un viens tetraedrisks tīkls, pie tam tetraedru un oktaedru virsotnēm ir kopēji skābekļa atomi, bet pārējās oktaedru virsotnēs ir hidroksilgrupas (4. zīm. *a* un *b*). Pozitīvie un negatīvie elektriskie lādiņi šādā sistēmā ir pilnīgi līdzsvaroti.

Raksturīgs šī kristaloķīmiskā tipa pārstāvis ir ļoti izplatītais minerāls *kaolīnīts*, kas savu nosaukumu ieguvījis no ķīniešu valodas. «Kau-ling» — augsts kalns (tā

* Å — Angstrems — 10^{-8} cm.



a



b

2. zīm. Oktaedrisko tīklu tipi (attēlotas tikai augšējās oktaedru skaldnes):
a — dioktaedriskais tīkls; b — trioktaedriskais tīkls

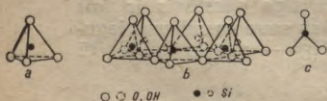
saukusies kāda atradne, kur jau sirmā senatnē iegūts balts māls — kaolīns — porcelāna ražošanai).

Ļoti līdzīgi kaolīnītam ir reti sastopamie minerāli *dikīts* un *nakrīts*, kas atšķiras tikai ar oktaedrisko un tetraedrisko slāņu savstarpējo novietojumu.

Kaolīnītā, dikītā un nakrītā atsevišķie elementārslāņi saskaras ar skābekļa atomiem tetraedru un hidroksilgrupām oktaedru tīklā, tāpēc to starpā izveidojas samērā stipra ūdeņraža saite, kas traucē ūdens un citu polāru molekulu iespiešanos starpslāņu telpā. Tāpēc kaolīnīta māli (kaolīni) ūdenī neuzbriest, tie ir arī samērā mazplastiski, jo tieši starpslāņu ūdens molekulas nosaka mālu plastiskās īpašības.

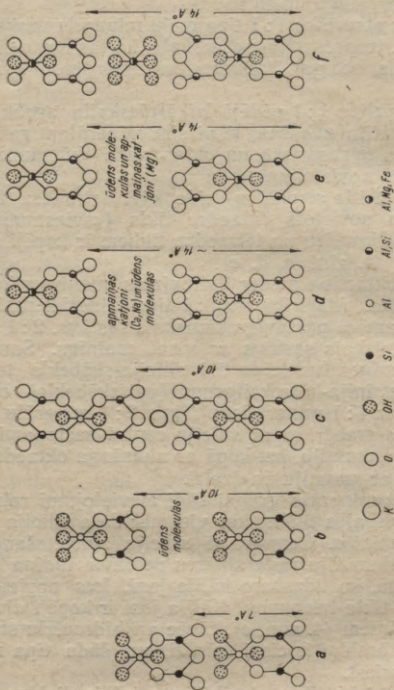
Sīs grupas minerālu starpplākšņu attālums (elementārslāņa biezums un telpas biezums starp diviem elementārslāņiem) ir apmēram 7 Å.

Līdzīga kaolīnītam ir arī *haluazīta* elementārslāņu uzbūve. Šis minerāls nosaukts tā pirmatklājēja Omaliusa Halua vārdā. No kaolīnīta haluazīts atšķiras ar tetraedrisko un oktaedrisko tīklu savstarpēju nobīdi, kas



3. zīm. Tetraedrisko tīklu uzbūves shēma:

a — atsevišķs tetraedrs; b — tetraedru tīkls; c — vienkāršots tetraedra attēls



4. zīm. Galveno mālu minerālu uzbūves shēmas: a — kaolīnīts, dikīts, makrīts; b — haluazīts; c — vizīls un hidrovizīls; d — montmorilonīts; e — vermikulīts; f — hlorīts

vājina saiti starp tiem un ļauj starp atsevišķiem elementārslāņiem novietoties ūdens molekulām. Tādējādi starpplākšņu attālums haluazītam ir lielāks nekā kaolinītam — apmēram 10 Å. Ķarsējot līdz 60—70°C temperatūrai, haluazīts starpslāņu ūdeni zaudē.

Agrāk par atsevišķu 1 : 1 tipa mālu minerālu uzskatīja arī *anoksītu*, turpretim tagad uzskata, ka tas nav patstāvīgs minerāls, bet gan kaolinīta un sīkdispersa kvarca maisījums.

Pie struktūrtipa 1 : 1 pēdējā laikā pieskaita agrāk par amorfu uzskatīto *allofānu*, tikai šim minerālam raksturīgs haotisks tetraedrisko un oktaedrisko «būvakmeņu» savstarpējais novietojums.

Tips 2 : 1. Šādu struktūru veido divi tetraedru tīkli, starp kuriem novietots oktaedru tīkls («sviestmaizes» struktūra). Oktaedru un tetraedru tīkliem ir kopēji skābekļa atomi (4. zīm. *c, d, e*).

Pie šī struktūrtipa pieder hidrovizlas, montmorilonīts un vermikulīts. Atšķirībā no 1 : 1 tipa minerāliem, kam raksturīgs samērā pastāvīgs ķīmiskais sastāvs, 2 : 1 tipa minerālu ķīmiskais sastāvs ir visai mainīgs. Samērā reti šī tipa minerālus veido tīri silīcija-skābekļa tetraedri un alumīnija-hidroksilgrupu (vai skābekļa) oktaedri, kā tas ir 1 : 1 tipa minerāliem. Tipa 2 : 1 minerālu uzbūvē līdzās tetraedriem ar silīciju centrā sastopami arī tetraedri ar alumīniju, bet kopā ar alumīnija oktaedriem arī oktaedri ar magniju un dzelzi.

Hidrovizlu minerālu grupai šādi aizvietojumi raksturīgi tetraedriskajos tīklos, kur vienmēr daļa silīcija aizstāta ar alumīniju. Četrvērtīgā silīcija aizvietošana ar trīsvērtīgo alumīniju rada zināmu pozitīvā lādiņa trūkumu sistēmā, ko līdzsvaro kālija joni, kas novietojas tetraedriskā tīkla tukšumos. Kālija joni ir kopēji diviem elementārslāņiem (4. zīm. *c*), tāpēc arī hidrovizlu struktūrā elementārslāņi ir cieši saistīti, un šāda tipa māli ūdenī neuzbriest.

Pēc oktaedrisko tīklu aizpildījuma izšķir dioktaedriskās hidrovizlas jeb hidromuskovītus ar alumīnija joniem oktaedru centrā un trioktaedriskās hidrovizlas jeb hidrobiotītus ar magnija joniem oktaedru centrā.

Ārzemju literatūrā hidromuskovītu, bet reizēm pat visu hidrovizlu grupu sauc par illītiem (nosaukums radies no Ilinoisas štata ASV).

Montmorilonīta grupas mālu minerāli savu nosaukumu ieguvuši no kādas apdzīvotas vietas Francijā. Atšķirībā no hidrovizlām, kurās aizvietojumi parādās tetraedriskajā tīklā, montmorilonītu grupai raksturīgi aizvietojumi galvenokārt oktaedriskajā tīklā, kurā blakus oktaedriem ar alumīnija joniem vienmēr sastopami arī oktaedri ar magnija un dzelzs joniem. Retāk sastopami aizvietojumi tetraedriskajā tīklā, kur alumīnijs var aizstāt silīciju.

Pozitīvo lādiņu iztrūkumu, kas rodas, divvērtīgajiem magnija joniem stājoties trīsvērtīgā alumīnija vietā, līdzsvaro apmaiņas katjoni, kas novietojas starp elementārslāņiem. Parasti šajās pozīcijās novietojas kalcijs vai nātrijs joni, tāpēc izšķir kalcijs un nātrijs montmorilonītus.

Tā kā montmorilonītu struktūrā pozitīvo elektrisko lādiņu iztrūkums ir saistīts ar oktaedrisko tīklu, t. i., tālāk no elementārslāņu virsmas nekā hidrovizlu gadījumā, atsevišķi elementārslāņi ir vājāk saistīti savā starpā un starp tiem viegli iekļūst ūdens un citu polāru šķīdumu molekulas. Tāpēc šie māli uzbriest un tiem ir liela plasticitāte.

Pēc oktaedrisko tīklu aizpildījuma veida izšķir dioktaedriskos montmorilonītus, kuros tikai daļa alumīnija jonu aizvietota ar magnija joniem, un trioktaedriskos montmorilonītus, kur visas oktaedriskās pozīcijas aizņem magnija joni. Šādu magnija montmorilonītu sauc arī par *saponītu* («sapo» — ziepes). Montmorilonītu, kurā oktaedriskajās pozīcijās alumīnijs aizstāts ar trīsvērtīgās dzelzs joniem, sauc par *nontronītu* (pēc apdzīvotas vietas nosaukuma Francijā).

Tipa 2 : 1 minerāls *vermikulīts* savu nosaukumu aizgūvis no latīņu vārda «vermicularis» — tārpvēdīgs, jo, strauji karsējot šo minerālu līdz augstai temperatūrai, rodas izstieptas, izliektas un sagrieztas plāksnītes, kas atgādina tārpus.

Līdzīgi hidrovizlām, vermikulīta tetraedriskajā slānī silīcija joni aizvietoti ar alumīnija joniem. Lādiņu iztrūkumu līdzsvaro apmaiņas katjoni — parasti magnijs, retāk kalcijs, litijs vai bārijs. Šie joni apmaiņas pozīcijās ir vairāk vai mazāk hidratizēti un atgādina hidroksīdu molekulas. Līdzīgi montmorilonītam, atsevišķi elementārslāņi vermikulīta struktūrā ir samērā vāji

saistīti, tādēļ pēc īpašībām tas tuvāks montmorilonītam nekā hidrovizlai.

Tips 2:1:1. Šā tipa pārstāvis ir *hlorīts*, kas sastāv no jau aprakstītā 2:1 vizlas tipa slāņa ar trioktaedrisku aizpildījumu un brusīta $Mg(Al)_6(OH)_{12}$ slāņa (4. zīm. f). Aizvietojumi iespējami kā vizlas tipa slānī, tā arī brusīta slānī, kur magnija vietā var stāties alumīnija joni. Raksturīgi, ka aizvietojšanās abos slāņos parasti notiek vienlaicīgi, tādējādi lādiņi savstarpēji izlīdzinās, un elementārslānis ir elektriski neitrāls.

Visai izplatīti ir *mālu minerāli ar jaukta tipa režģi*, ko veido dažādu minerālu elementārslāņi, kas vairāk vai mazāk sistemātiski atkārtojas. Visbiežāk sastopami režģi ar hidrovizlu-montmorilonīta vai hlorīta-vermikulīta elementārslāņiem. Par šīs grupas minerālu pārstāvi var uzskatīt jau minēto hlorītu, kas sastāv no hidrovizlu un brusīta slāņiem.

Īpaša grupa ir *mālu minerāli ar lentveida struktūru*. To pamatā ir dubultas tetraedru ķēdes, starp kurām novietojas oktaedriski tīkli. Šīs grupas minerāli sastopami samērā reti. Tās raksturīgākie pārstāvji ir *sepiolīts* («jūras putas») un *paligorskīts* (ārzemju literatūrā atapulģīts).

Mālu minerālu veidošanās apstākļi

Mālu minerāli veidojas galvenokārt kristālisko (magmatisko un metamorfo) iežu sairšanas procesā. Viena vai otra minerālu kompleksa rašanos nosaka sairušo iežu raksturs, attiecīgā rajona tektoniskie un klimatiskie apstākļi, kas ietekmē iežu noārdīšanas ātrumu, ūdens cirkulācijas intensitāti, vides temperatūru un raksturu.

Kaolinīts var izveidoties no visdažādākā sastāva kristāliskajiem iežiem (granītiem, sienītiem, diorītiem, gabro) skābā vidē, kas veicina sārnu un sārmzemju metālu jonu izskalošanu. Šādi apstākļi ir silts un mitrs klimats, kas sekmē bagātīgu augu valsts attīstību un arī skābas vides rašanos.

Līdzīgos apstākļos rodas arī akmeņogles, brūnogles un senajos nogulumos līdzās brūnoglēm un akmeņoglēm plaši sastopami kaolinītu saturoši māli. Latvijas apstākļos šāda asociācija novērojama jūras sistēmas nogulumos.

Ļoti dažādos vides un klimatiskajos apstākļos rodas hidrovizlas, ko var uzskatīt par pārejas produktu starp kristālisko iežu minerāliem (galvenokārt laukšpatiem un vizlām) un kaolinītu. Sevišķi labvēlīga ir neitrāla vai vāji sārmaina vide, kas aizkavē dažu jonu, piemēram, kālija, izskalošanu.

Montmorilonīta veidošanos sekmē vāja ūdens cirkulācija sārmainā vidē, kas raksturīga arīdam (karstam un sausam) klimatam. Viens no galvenajiem montmorilonīta izejmateriāliem ir vulkāniskie pelni. No vulkāniskajiem pelniem veidojušos montmorilonīta mālus parasti sauc par bentonītiem.

Sārmainā vidē ar augstu magnija un dzelzs jonu koncentrāciju var izveidoties vermikulīts un hlorīts. Noskaidrots, ka šie minerāli rodas galvenokārt no iežiem ar augstu tumšās vizlas biotīta saturu.

Sadēdēšanas process ir gan galvenais, tomēr ne vienīgais mālu minerālu veidošanās avots. Eksperimentāli pierādīts, ka visi mālu minerāli, izņemot sepiolītu un paligorskītu, var rasties zem spiedienu un temperatūru apstākļos no attiecīgu oksīdu maisījuma. Mālu minerāli var veidoties arī hidrotermāli no karstajiem ūdens šķīdumiem, kas izdalās magmatiskajos procesos.

Ja par kristālisko iežu sadēdēšanas vadošo lomu mālu veidošanās procesā pašlaik ir pilnīga vienprātība, tad jautājumā par mālu minerālu izmaiņām to tālākā pastāvēšanas gaitā domas dalās.

Vairāk atzīts ir uzskats, ka mālu minerāli transporta un izgulsnēšanās procesā ir maz jutīgi pret vides apstākļiem, kuru ietekme aprobežojas tikai ar mālos adsorbēto katjonu apmaiņas reakcijām. Tomēr daudz piekritēju ir arī uzskatam par ļoti būtiskām izmaiņām minerālu kristāliskajā struktūrā transporta un izgulsnēšanās vides hidroķīmisko apstākļu ietekmē. Tā, piemēram, domā, ka kaolinīts jūras vidē nav pastāvīgs, bet pāriet hidrovizlās vai montmorilonītā. Pēdējais savukārt tiek uzskatīts par tipisku jūras nogulumu pārstāvi. Šīs grupas piekritēji parasti balstās uz mūsdienu jūras nogulumos novērojamo kaolinīta daudzuma samazināšanos un attiecīgu hidrovizlu un montmorilonīta saturu palielināšanos baseina centrālajās daļās salīdzinājumā ar piekrastes zonu, kā arī uz dažādu zinātnieku

eksperimentālajiem pētījumiem par jūras ūdens ietekmi uz mālu minerāliem.

Domājams, ka mālu minerāli nogulsnēšanās vides ietekmē maz izmainās humīda (karsta un mitra) klimata apstākļos, kas sekmē to dziļas pārvērtības jau pirms nogulsnēšanās pašā sadēdēšanas procesā. Turpretī arīdā klimatā, kur sadēdēšana neaizsniedz tik dziļu pakāpi, nogulsnēšanās procesā var notikt būtiskas mālu minerālu izmaiņas, līdz pat viena mālu tipa pārejai citā. Šo izmaiņu pakāpi lielā mērā nosaka vides apstākļu atšķirības sadēdēšanas un izgulsnēšanās vietās.

Nozīmīgas mālu minerālu pārmaiņas notiek arī organisko vielu ietekmē naftas veidošanās procesā (25. lpp.).

Svarīgākās mālu minerālu un mālu īpašības

Mālu minerālu uzbūves īpatnības piešķir tiem daudzas specifiskas, tikai māliem raksturīgas īpašības.

Viena no tipiskākajām mālu īpašībām ir to jonu adsorbcijas un apmaiņas spēja. Tas nozīmē, ka mālu minerāli spēj saistīt uz savas virsmas dažādus jonus, ko māli, nonākot citāda sastāva šķīdumā, var apmainīt ar citiem. Jāpiebilst, ka zināma jonu adsorbcijas spēja piemīt praktiski visiem neorganiskajiem materiāliem, ja tie ir stipri sasmalcināti, tomēr mālu minerāliem tā ir izteikta nesalīdzināmi lielākā mērā.

Māli spēj adsorbēt kā katjonus, tā arī anjonus, tomēr tipiskāka tiem ir katjonu adsorbcija.

Mālu minerāli saista adsorbētos katjonus tādās virsmas vietās, kur kāda iemesla dēļ radušies nelīdzsvarotī elektriskie lādiņi. Tā kā pilnīgs pozitīvo un negatīvo lādiņu līdzsvars iespējams tikai bezgalīgu tetraedrisko un oktaedrisko tīklu gadījumā, viena no tādām vietām ir tetraedrisko un oktaedrisko tīklu malas. Jo sīkākas ir mālu minerālu daļiņas, jo vairāk ir šādu lūzuma malu un jo lielāka ir adsorbcijas un apmaiņas spēja. Kaolīnītā un haluazītā šādā veidā piesaistīti praktiski visi apmaiņas katjoni, hidrovizlās, hlorītā, sepiolitā un pali-gorskītā apmēram puse, bet montmorilonītā un vermikulītā — tikai apmēram 20% no apmaiņas katjoniem. Šādā veidā adsorbcija notiek arī citos minerālos.

Otrs, tikai māliem raksturīgs katjonu adsorbcijas cēlonis ir četrvērtīgā silīcija aizvietošana ar trīsvērtīgo alumīniju tetraedriskajos tīklos un trīsvērtīgā alumīnija aizstāšana ar divvērtīgo magniju oktaedriskajos tīklos, kas arī rada nelīdzsvarotu lādiņu parādīšanos uz elementārslāņa virsmas. Montmorilonītā un vermikulītā šādā veidā saistīti apmēram 80% adsorbēto katjonu. Tieši šiem minerāliem raksturīga arī visaugstākā adsorbcijas spēja. Adsorbētie katjoni diezgan būtiski ietekmē dažas mālu īpašības, piemēram, plastiskumu.

Mālu minerāli spēj adsorbēt arī dažādus anjonus. Domājams, ka daļa no tiem piesaistās mālu minerālu daļiņu malām, bet daļa aizstāj oktaedrisko tīklu hidroksilgrupas. Dažu anjonu, kā fosfāta, arsenāta, borāta joniem uzbūve un izmēri ir līdzīgi silīcija-skābekļa tetraetriem, tāpēc šie joni spēj it kā pieaugt pie tetraedriskajiem tīkliem, iekļaujoties mālu minerālu struktūrā. Samērā viegli, piemēram, kaolinīta režģī iekļaujas fosfāta jons. Šī reakcija ievērojami samazina fosfora mēslojuma izmantošanas efektivitāti kaolinītu saturošās augsnēs. Borāta jona spēja iekļauties hidrovizlu režģī ļauj izmantot bora saturu mālos kā nogulsnešanās vides sāļuma raksturotāju. Tā kā jūras ūdens satur vairāk bora nekā saldūdens, tad attiecīgi augstāks bora saturs ir arī jūrā izgulsnētajos mālos.

Ar nenolīdzsvarotu elektrisko lādiņu rašanos uz mālu minerālu virsmām saistīta arī to spēja adsorbēt dažas polāras organiskas vielas, kuru molekulās elektronu nesimetriska sadalījuma dēļ rodas it kā pozitīvo un negatīvo lādiņu nobīde. Šādu vielu molekulas var iztēloties kā nūjiņas ar pozitīvo lādiņu vienā un negatīvo — otrā galā. Pie elektriski lādētām virsmām polārās molekulas pagriežas un pievelkas ar to galu, kas nes virsmai pretēju lādiņu. Sādi tad arī notiek organisko vielu adsorbcija uz mālu minerālu virsmas. Sakarā ar uzbūves īpatnībām visaugstākā adsorbcijas spēja ir montmorilonītam un vermikulītam. Mālu adsorbcijas spēju ļoti plaši izmanto praksē naftas produktu attīrīšanā, pārtikas rūpniecībā un citur.

Ar mālu minerālu elementārslāņu adsorbcijas spēju izskaidrojams arī to plastiskums, t. i., materiāla spēja ārējās slodzes ietekmē pieņemt vēlamo formu un to neizmainīt pēc slodzes noņemšanas. Šī mālu īpašība ļauj

ar samērā vienkāršu iekārtu iegūt vajadzīgās, pat vis-sarežģītākās formas izstrādājumus.

Mālainie materiāli plastiskās īpašības iegūst tad, kad tie samitrināti ar noteiktu ūdens vai dažu organisku šķidrumu daudzumu. Ūdens molekulas iespiežas starp atsevišķiem mālu minerālu kristāliskā režģa elementārslāņiem. Tā kā arī ūdens molekulas ir polāras, tās cenšas pret negatīvi uzlādēto elementārslāņu virsmu pagriezties ar pozitīvo polu. Ja virsmas elektriskais lādiņš ir liels, tad var rasties vairākas šādi orientētu ūdens molekulu kārtas, kas it kā ieeļļo virsmas un nodrošina atsevišķu elementārslāņu slidēšanu vienam pret otru, tajā pašā laikā saglabājot to starpā noteiktu saiti.

Mālu plastiskuma raksturošanai visbiežāk lieto Aterberga plastiskuma skaitli, kas ir ūdens satura difference starp plūstamības (plastiskuma augšējo) un izrullēšanas (plastiskuma apakšējo) robežu. Plastiskuma augšējā robeža ir tāds ūdens daudzums, kad starp elementārslāņiem atrodas ne vien orientētas, bet arī neorientētas ūdens molekulas, kas vājina saiti starp tiem. Plastiskuma apakšējā robežā turpretī orientēto ūdens molekulu skaits ir nepietiekams, lai nodrošinātu labu slāņu slidēšanu.

Ļoti plastiski parasti ir tādi māli, kam plastiskuma skaitlis pārsniedz 25, vidēji plastiskiem māliem tas ir no 15 līdz 25, mēreni plastiskiem — no 7 līdz 15, bet mazplastiskiem — mazāks par 7.

Mālu plastiskumu var raksturot arī citādā veidā, piemēram, nosakot dziļumu, kādā zem zināmas slodzes mālā iespiežas noteiktas formas priekšmets, parasti adata vai stienītis, vai arī kā slodzi, kas nepieciešama mālu deformēšanai. Sos pēdējos rādītājus galvenokārt lieto inženierģeoloģijā grunts īpašību raksturošanai.

Visvairāk ūdens molekulu spēj saistīt montmorilonīta un vermikulīta grupu mālu minerāli, kas tātad arī ir plastiskākie. Mazāk plastiski ir hidrovizlu un hlorīta, bet jo sevišķi kaolīnīta māli.

Mālu plastiskās īpašības stipri ietekmē arī adsorbētie katjoni. No to izmēriem un novietojuma ir atkarīgs, vai tiek traucēta ūdens molekulu orientācija. Bez tam arī paši adsorbētie katjoni spēj orientēt zināmu skaitu ūdens molekulu, izmainot saistītā ūdens daudzumu. Reizē ar to viens un tas pats katjons dažāda tipa mālu plastiskās

īpašības ietekmē dažādi. Tā, piemēram, adsorbētais nātrijs montmorilonīta māliem plasticitāti ievērojami paaugstina, bet hidrovizlū, hlorīta un kaolinīta mālos to pazemina.

Mālus padarīt plastiskus spēj ne tikai ūdens, bet arī daži organiski polāri šķidrumi. Tie mālu plastiskumu var gan palielināt, gan samazināt. Tā, piemēram, praksē bieži jāpalielina mazplastisku mālu plasticitāte, ko patnāk, lietojot stipri polārus šķidrumus, piemēram, sulfītspirta atsārni.

Turpretim nepolāri šķidrumi, piemēram, tetrahlorogleklis, mālu masu padara pilnīgi neplastisku.

Sajaucot sausus mālus ar ūdeni, to plastiskums nepārādās uzreiz. Nepieciešams zināms laiks, lai ūdens iespiestos līdz visām brīvajām elementārslāņu virsmām, kā arī lai ūdens molekulas orientētos. Īpaši tas raksturīgs stipri sablīvētiem liela ģeoloģiskā vecuma māliem, kas it kā zaudējuši savas plastiskās īpašības. Tā, piemēram, vairākus simtus miljonu gadu vecie Latvijas devona māli ir ievērojami mazplastiskāki par tāda paša mineraloģiskā sastāva un treknuma daudz jaunākiem, apmēram 12 000 gadu vecajiem kvartāra māliem. Šādu plasticitāti zaudējušu «mirušu» mālu plastiskās īpašības var atjaunot, ja tos ilgstoši «atdzīvina», pakļaujot sala un nokrišņu ietekmei un vairākkārt pārrokot.

No mālu plastiskuma ir atkarīgs arī iejaucamā ūdens daudzums, tas ir tas ūdens daudzums, kas jāpievieno sausam mālam, lai iegūtu pie pirkstiem un pie aparatūras nelīpošu masu. Šādu masu sauc par normālkonsistences masu. Ja ūdens daudzums ir pārāk mazs, t. i., adsorbēto ūdens molekulu slānis ir par plānu, starp mālu minerālu virsmu un aparatūras daļām rodas diezgan spēcīga saite un masa tām pielīp. Ja iejaukts pārāk daudz ūdens, izveidotie izstrādājumi žāvēšanas procesā stipri sarūk, un var rasties plaīsas, kā arī nevēlamas formas maiņas.

Mālu daļiņu adsorbēto ūdens molekulu daudzums un stāvoklis nosaka tikko izveidotu mitro izstrādājumu izturību. Pētījumi liecina, ka vislielākā izstrādājumu izturība ir tad, ja masā ir maksimāli iespējamais orientēto ūdens molekulu daudzums un nav nemaz neorientēta «šķidra» ūdens. Visumā neapdedzinātu izstrādājumu izturība ir atkarīga no mālu mineraloģiskā sastāva, mālaino daļiņu

satura, kā arī no masas mitruma. Ja mālu masu mitruma saturs ir vienāds, izturīgāki ir montmorilonīta mālu izstrādājumi, mazāk izturīgi hidrovizlu un kaolinīta mālu izstrādājumi. Nepietiekama mitru izstrādājumu izturība bieži ir tādām masām, kam ir liels puteklaino daļiņu saturs. Šādas masas gan labi veidojas, bet izveidotie izstrādājumi viegli deformējas.

Viens no sarežģītākajiem posmiem keramiskajā rūpniecībā, kurā rodas daudz brāķa, ir pusfabrikātu žāvēšana. Parasti noteicoša nozīme žāvēšanas procesā ir tīri tehnoloģiskiem faktoriem — žāvēšanas temperatūrai, gaisa mitrumam u. c., tomēr liela loma ir arī mālvielas raksturam un saturam, kā arī ūdens daudzumam masā.

Žāvēšanas procesā no izstrādājuma izdalās praktiski viss neadsorbētais un adsorbētais ūdens, atsevišķi elementārslāņi tuvinās cits citam, un izstrādājums sarūk. Jo lielāks ūdens daudzums lietots masas veidošanai, jo lielāks ir sarukums, tādēļ montmorilonīta māliem ir lielāks žāvēšanas sarukums nekā hidrovizlu vai kaolinīta māliem.

Mālu sarukums dažādos virzienos nav vienāds. Tas izskaidrojams ar mālaino daļiņu plāksņveida formu. Veidojot masu zem spiediena, šīs plāksnītes cenšas novietoties paralēli cita citai, kas tad arī rada nevienmērīgo sarukumu. Visai interesanta parādība novērojama tad, ja svaigi izveidotā izstrādājumā iespiež nelielu bedrīti, kuru aizpilda un nolīdzina ar svaigu masu, tā ka no ārpuses nekādas iespieduma pēdas nav redzamas. Kad šāds izstrādājums izžuvis, iespieduma vietā izveidojas iedobums, it kā masa būtu «atcerējusies» un atkal izveidojusi tajā iespiesto bedrīti. Šīs parādības izskaidrojums ir ļoti vienkāršs — iespieduma vietā mālu plāksnītes ir orientējušās un žāvējot šajā vietā ir lielāks sarukums.

Žāvēšanas sarukumu izsaka kā izmēru samazināšanās procentu, kād izveidotais priekšmets ir pilnīgi izžuvis. Sarukums jāņem vērā veidojot, jo jāizvēlas attiecīgi lielākas veidnes. Jo lielāks sarukums, jo lielāka iespēja rasties žāvēšanas brāķim. Lai no tā izvairītos, jālieto mālu masas, kuru žāvēšanas sarukums nepārsniedz 7—8%. Ja sarukums lielāks, jālieto liesinātāji — smiltis, apdedzināts māls u. c., kas it kā izveido masas skeletu un

pašargā mālu no nevienmērīgas sarukšanas un plaisu rašanās.

Kā izžāvēto izstrādājumu izturību ietekmē mālu mineralogiskais sastāvs, pagaidām nav noskaidrots. Zināms, ka izžāvēto izstrādājumu izturība ir ievērojami lielāka nekā mitru, tāpēc, pārkraujot un transportējot uz apdedzināšanas krāsni sausus izstrādājumus, sarežģījumi parasti nerodas.

Kā redzams, neapdedzinātu mālu īpašības galvenokārt nosaka mālu minerālu virsmas un ūdens molekulu savstarpējā iedarbība. Šis īpašības zināmā mērā ietekmē arī pārējie minerāli, tomēr tikai pasīvi, samazinot aktīvā komponenta — pašas mālvielas — daudzumu.

Līdz 400—500°C temperatūrai mālu minerālu struktūrā nekādas būtiskas izmaiņas nenotiek. Augstākā temperatūrā sāk izdalīties hidroksilgrupu ūdens. Kaolinītam visintensīvāk tas notiek starp 450 un 600°C, hidrovlzlam un montmorilonitam — starp 450 un 650°C. Strauji karsējot, hidroksilūdens izdalīšanās notiek augstākās temperatūrās. Pēc hidroksilūdens zaudēšanas mālu minerālu kristāliskais režģis vēl kādu laiku saglabājas, bet apmēram 800—900°C temperatūrā tas sabrūk. Vēl augstākās temperatūrās (virs 1000—1200°C) no mālu minerālu režģa sabrukšanas produktiem veidojas jauni kristāliski minerāli — mullīts, špinelis, tridimīts, kristobalīts u. c. Ja masā ir daudz viegli kūstošu sastāvdaļu (dzelzs, sārmu un sārmezemju metālu oksīdi), tad tūlīt pēc mālu minerālu sabrukšanas sākas kušanas process un veidojas stikla fāze. Izveidojies kausējums sākumā pakāpeniski aizpilda poras un noblīvē izstrādājumu, bet augstākās temperatūrās, kad kūst jau masas lielākā daļa, izstrādājums zaudē formu un saplok. Par mālu ugunturības robežu pieņemta temperatūra, pie kuras trijstūra prizmas veidā izgatavota māla parauga gals noliecas līdz pamatnei. Visaugstākā ugunturība — 1700—1800°C — ir tīriem kaolinīta māliem, kas nesatur kušņus. Mālu ugunturību ļoti būtiski ietekmē ne tikai pati mālviela, bet arī citi komponenti.

Mainot apdedzināšanas temperatūru, no vienas un tās pašas masas iespējams iegūt izstrādājumus ar dažādu sablīvēšanās pakāpi.

Parastākos būvkeramikas izstrādājumus — ķieģeļus — un drenu caurules apdedzina tādā temperatūrā,

kad drumstalas ūdens uzsūce ir 15—10%. Klinkera izstrādājumu ūdens uzsūce ir 5%, saķepušiem izstrādājumiem — 2%.

Apdedzinot mālu izstrādājumus, ir ļoti svarīgi, lai drumstalas sablīvēšanās līdz vajadzīgajai pakāpei notiktu samērā plašās temperatūras robežās. Tāpēc vēlams, lai kausējums, kas aizpilda poras, nebūtu pārāk šķidr. Tas ir sevišķi svarīgi, ražojot klinkera un saķepušus izstrādājumus, kad drumstalas sablīvēšanai vajadzīgi lieli kausējuma daudzumi. Šādos gadījumos nevēlams piemaisījums ir kalcija oksīds, kas mālu sastāvā parasti ietilpst minerālu kalcīta un dolomīta veidā. Šie piemaisījumi ievērojami sašaurina Latvijas kvartāra mālu izmantošanas iespējas. Labu stigribu kausējumam piedod sārmu metālu oksīdi.

Apdedzinot mālu paraugus temperatūrās, kas augstākas par klinkerēšanās un saķepšanas temperatūrām, paraugi bieži uzpūšas. To tagad ļoti plaši izmanto porainu betona pildmateriālu — keramzīta, agloporīta u. c. ražošanā. Mālu uzpūšanās notiek tad, ja tai brīdī, kad kāds no mālu komponentiem izdala gāzveida produktus, radies pietiekošs daudzums stigra kausējuma. Galvenie gāzveida produkti, kas ierosina mālu uzpūšanos, ir hidroksilgrupu ūdens un skābeklis, kas izdalās no mālu sastāvā ietilpstošajiem dzelzs oksīdiem. Apdedzinot lēni, šis gāzes izdalās samērā zemās temperatūrās, kad kausējuma ir maz un masa neuzpūšas. Ja izstrādājumus apdedzina strauji, gāzes izdalās augstākās temperatūrās un masa uzpūšas.

Vislabāk uzpūšas hidrovizlu un montmorilonīta māli, kuros ir samērā augsts dzelzs oksīdu saturs. Māli, kuros ir augsts kaolinīta saturs, neuzpūšas nemaz vai arī ļoti vāji. Bez tam uzpūšanos ļoti nelabvēlīgi ietekmē karbonāti, kas stipri sašķidrīna kausējumu, tā ka tas nespēj aizturēt izdalošās gāzes.

Ja karbonātu masā ļoti daudz, mālu minerālu režģa sabrukšanas produkti augstās temperatūrās reaģē ar karbonātu sadalīšanās produktiem, veidojot dažādus kalcija silikātus un aluminātus, kam piemīt saistvielu īpašības. Šīs reakcijas starp mālu un kaļķakmeni izmanto cementa rūpniecībā.

Pēc izmantošanas iespējām vērtīgākie ir kaolinīta māli

(kaolīni) un montmorilonīta māli, ko bieži sauc arī par bentonītiem.

Kaolīnu vērtīgākā īpašība ir to ugunturība, kā arī zems dzelzs oksīdu saturs. Tāpēc kaolīnus lieto ugunturīgu materiālu ražošanā, kā arī porcelāna un fajansa rūpniecībā, kur bez izejvielu baltuma nepieciešama arī zināma ugunturība, lai, uzkausējot glazūras, saglabātu izstrādājumu formu. Ļoti augstā alumīnija oksīda satura dēļ kaolīnus var izlietot arī alumīnija iegūšanai.

Montmorilonīta māliem ir ļoti augsta adsorbcijas spēja, tāpēc šos mālus lieto kā attīrītājus visdažādākajās rūpniecības nozarēs. Tā kā montmorilonīta māli ūdenī stipri uzbriest, sausajos rajonos tos lieto irigācijas kanālu būvē cīņai pret ūdens filtrāciju caur grūti.

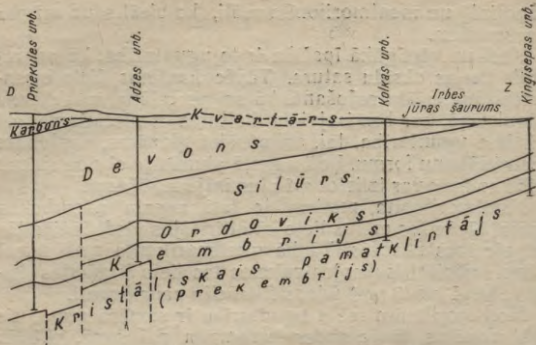
Montmorilonīta mālu ugunturība ir samērā zema, tie labi uzpūšas, tāpēc noder keramzīta ražošanā. Lielās uzbriešanas spējas un lielā sarukumā dēļ montmorilonīta māli mazāk piemēroti ķieģeļu un dažādu apdares materiālu ražošanai. Līdzīgas īpašības un pielietojums ir vermikulīta māliem.

Hiđrovīzlu māliem parasti ir zema ugunturība, ne visai augsta adsorbcijas spēja, vidējs žāvēšanas sarukums. Tie ir parastākā izejviela visdažādākā veida būvmateriālu (ķieģeļu, drenu cauruļu, klinkera izstrādājumu, keramzīta u. c.) ražošanai.

Haluazīts pēc īpašībām tuvs kaolīnītam, hlorīts — hidrovīzlām. Šie minerāli parasti sastopami kā piemaisījumi cita tipa mālos un reti nosaka galvenās mālu īpašības.

ZEMES GAROZAS UZBŪVE LATVIJĀ UN MĀLAINO IEŽU IZPLATĪBA

Latvijā ir samērā bieža — līdz 1800 m — nogulumu iežu sega, kura pārklāj kristālisko pamatklintāju. Pamatklintāja virsma ziemeļu un ziemeļaustrumu virzienā pamazām paceļas arvien augstāk (5. zīm.) un Skandināvijas pussalā, kā arī Somijā nonāk zemes virspusē, kur atsegti pamatklintāja veidotāji magmatiskie un metamorfie ieži — granīti, gneisi, porfīri, gabro un citi. Šie ieži izcēlušies pirms vairāk nekā miljarda gadu, kad



5. zīm. Nogulumu iežu segas sagulums Latvijā

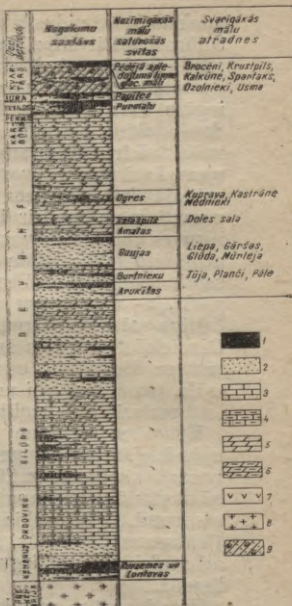
zemes garoza pie mums vēl nebija stabila, bet notika intensīva vulkāniskā darbība, krokošanās un kalnu veidošanās procesi. Kā zināms, līdzīgi procesi mūsu dienās vēl turpinās Alpu un Kaukāza kalnājos, Klusā okeāna piekrastē un citur.

Kristāliskais pamatklintājs pēc zemes garozas nestabilizēšanās izveidoja kalnu grēdas un paceltus plato veida līdzenumus, kuru sairšanas produkti bija galvenais mūsu republikā izgulsnēto drupu iežu, arī mālu pirmavots.

Nogulumu iežu segas uzbūve ir ļoti sarežģīta, jo tā veidojusies ilgā laika periodā, kad Latviju pārklāja gan jūras, gan tuksneši, gan ledājs, atstājot pēc sevis konkrētiem veidošanās apstākļiem raksturīgus nogulumu slāņus. Nogulumu iežos bieži ir bagātīgas dažādu organismu atliekas — vienkāršāku pēc savas uzbūves augu un dzīvnieku atliekas senākajos un dziļākajos slāņos un sarežģītāku — jaunākos nogulumos tuvāk zemes virsmai. Šie dzīvnieku un augu pārakmeņojumi raksturo dzīvības attīstību uz zemes. Atsevišķos laika posmos ilgstoši attīstās vienas formas, kas pakāpeniski pāriet citās, pilnīgākās, bet reizēm, domājams, strauji mainoties videi zemes garozā notiekošo procesu dēļ, vecās

6. zīm. Latvijas nogulumu iežu segas griezumums un mālaino nogulumu sadaļums:

1 — māls; 2 — smiltis; 3 — kalkakmens; 4 — merģelis; 5 — dolomīts; 6 — dolomītmerģelis; 7 — ģipšakmens; 8 — granīti, gneisi, labradorīti; 9 — morēna

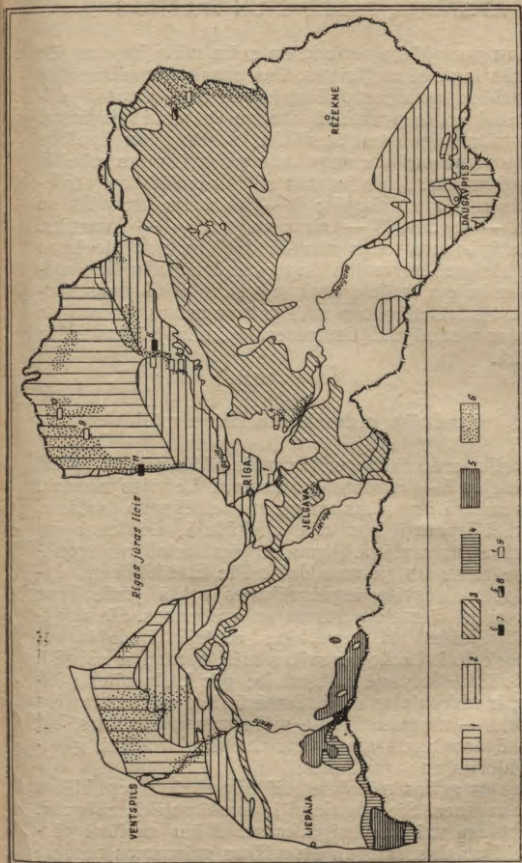


apakšdaļā un vidusdaļā, kā arī triāsā, jurā un kvartārā. Silūra māli ir stipri karbonātiski un bieži pakāpeniski pāriet mālajos kaļķakmeņos un dolomītos.

Mālu praktiskā nozīme un arī izpētes rezultātā iegūto datu pilnība lielā mērā atkarīga no pārse-
dzošo slāņu biezuma. Ļoti liela nozīme būvmateriālu ražošanā ir pašiem augšējiem nogulumu iežu segas slā-
ņiem, kuri pieder kvartāra — ģeoloģiskās tagadnes —
veidojumiem. Pa tiem mēs staigājam, tie noder par ēku
pamatiem un tāpat ir daudzu derīgu izrakteņu, arī mālu,
ieguves avots. Šo kvartāra nogulumu izcelšanās saistīta
ar pēdējo kontinentālo apledošanu, kurš apmēram pirms
septiņdesmit tūkstošiem gadu virzījās no ziemeļiem un
pārklāja visu mūsu republikas teritoriju. Tas bija
līdzīgs mūsdienu Grenlandes un Arktikas ledus segām.
Pārvietojoties ledājs ārdīja iežus zem sevis, pārnesa tos
tālu uz dienvidiem un izgulsnēja nešķirota akmeņaina
māla (morēnas) vai arī ledāja kušanas ūdeņu pārskalo-
ta materiāla — smilts, grants un māla veidā.

Kvartāra nogulumu biežums ir visai mainīgs. Gar
upju ielejām un Zemgales, Lubānas u. c. līdzenumos tas
parasti nepārsniedz 20—30 metrus. Upju krastos un
būvmateriālu karjeros bieži vien sastopami pamatiežu
atsegumi. Visbiežākie kvartāra nogulumi ir augstieņu
(Vidzemes Centrālās, Latgales, Kurzemes) rajonos, kā
arī senlejās, kuras iegrauztas pat 100—150 m zem jūras
līmeņa.

Zem kvartāra nogulumu segas dažāda platuma joslu
veidā sastopamas daudzas vecāku periodu nogulumu svī-
tas (7. zīm.). Sakarā ar pamatklintāja virsmas pakāpe-
nisku pacelšanos ziemeļu virzienā (5. zīm.) visvecākie
ieži, kuri nonāk zemes virspusē Kurzemes pussalas zie-
meļos (Zilo kalnu atsegumi) un Rīgas jūras līča Vidze-
mes piekrastē, pieder vidusdevonam. Zemes garozas pa-
celšanās dēļ jaunākas nogulumu svītas, kuras plaši
izplatītas republikas centrālajā un dienvidu daļā, šeit
nav saglabājušās un, domājams, noskalotas jau pirms
leduslaikmeta. Kurzemes dienvidu daļā, kura pieder t. s.
Baltijas ieplakai, nelielos laukumos sastopami jaunāki
pirmskvartāra nogulumi — perma kaļķakmeņi un dolo-
mīti, triasa un jūras māli un smiltis. Šie ieži, tāpat kā vēl
jaunākie krīta perioda nogulumi, stipri izplatīti Lietuvā
Baltijas sineklīzes centrālajā daļā.



7. zīm. Nozīmīgāko māju saturošo sviņu izplatības laukumi:

1 — Burtņieku un Arukilas svītas; 2 — Gaujas un Amatas svītas; 3 — Ogres svīta (visas devona periods); 4 — Purmalu svīta (trīsa periods); 5 — Papīles svīta (juras periods); 6 — laukumi, kuru kvartāra segas biežums mazāks par 10 m; 7 — māju atradnes, kuras izmanto; 8 — Kupravas māju atradne, kur būvē drenu cauruļu rūpniecību; 9 — atradnes, kuras neizmanto; skatīt pie atradņu apzīmējuma atbilst to numuram 2. tabulā

MĀLU IEGULU VEIDOŠANĀS UN SAGULUMA APSTĀKĻI, SASTĀVS UN ĪPAŠĪBAS

Dažādu ģeoloģisko periodu un svītu mālu iegulas pēc izcelšanās ir visai atšķirīgas. Tas nosaka arī attiecīgas mālu īpašību izmaiņas. Mālainie ieži iegul dažādā dziļumā, tādēļ arī to praktiskā nozīme ir visai atšķirīga. Tomēr mālu saguluma apstākļu, sastāva un īpašību izmaiņas viena perioda nogulumu vai arī svītas robežās nav visai krasas. Mālu iegulas sīkāk aprakstītas, apvienojot tās četrās slāņkopās: 1 — kembrijs, ordoviks un silūrs, 2 — devons, 3 — triass un jura, 4 — kvartārs. Pirmā slāņkopa atrodas samērā dziļi un nav pieejama ieguvei karjeros būvmateriālu rūpniecībai, taču šiem mālainajiem iežiem ir liela nozīme naftas veidošanās procesā. Pārējo trīs slāņkopu māli ir tuvu zemes virsmai un ir viena no nozīmīgākajām minerālajām izejvielām mūsu republikā.

Kembrija, ordovika un silūra māli

Kembrija, ordovika un silūra mālu sīkāki pētījumi sākti tikai pēdējos 5—7 gados, galvenokārt Latvijas rietumu rajonos sakarā ar naftas un gāzes meklēšanas darbiem.

Šie māli izplatīti kembrija apakšdaļā, Lontovas un Kurzemes svītu sastāvā. Pirmā no tām sastopama republikas austrumu un rietumu daļā. Pēc E. Lieldienas datiem, Lontovas svīta izgulsnējusies seklā jūrā, kura dziļāka bijusi ziemeļaustrumos un austrumos. Šie nogulumi uzkrājušies arī republikas centrālajā daļā, bet vēlāk noskaloti. Lontovas svītas māli parasti ir zaļgani pelēkā krāsā. Galvenā sastāvdaļa, pēc I. Apenītes pētījumiem, ir hidrovislas māli. Samērā liels arī jaukta tipa hidrovislu — montmorilonīta mālu minerālu saturs, betniecīgākā daudzumā sastopami dzelzs hidroksīdi, glaukonīts, hlorīts un vermikulīts.

Kurzemes svītas mālainie ieži pārsvarā ir republikas rietumu rajonos. Šie nogulumi ir tumši pelēkā, zaļganā, violeti pelēkā vai dzeltenīgā krāsā. Mālu sastāvā pārsvarā hidrovislas, lai gan atsevišķos griezumos dominē otrs šo iežu galvenais mālu minerāls ar jaukta tipa hidrovislas — montmorilonīta režģi. Svītas augšdaļā

parādās arī kaolinīta piemaisījums. Kurzemes svītas mālu griezumos sastapti ieapaļi koncentriski graudi — oolīti, kuri sastāv no dzelzs hidroksīda. Mālos ir arī tārpu ejas un aļģu atliekas, kas liecina, ka arī Kurzemes svītas māli izgulsnējušies seklā jūras baseinā.

Kembrija māli ir lieliska būvmateriālu izejviela. No tiem var iegūt kā būvkeramikas izstrādājumus, tā arī keramzīta oļus. Tomēr būvmateriālu rūpniecībā tos var izmantot tikai Ziemeļgaujijā, kur kembrija māli nonāk tuvu zemes virsmai.

Ordovika un silūra nogulumos mālu slāņu ir mazāk, un tie ir samērā plāni, toties ļoti izplatīti ir organiskām vielām bagāti mālaini kaļķakmeņi un dolomīti. Pašlaik Latvijas ģeologi R. Ulste, T. Svarce, V. Karpickis un citi uzskata, ka šādos iežos, kuri satur dzīvnieku un augu atliekas, zināmā dziļumā paaugstināta spiediena un temperatūras apstākļos, aktīvi darbojoties līdz baktērijām, veidojas nafta un dabiskā gāze.

Naftas veidošanās procesā visās tā stadijās aktīvi piedalās minerālā pamatmasa, it īpaši mālainie komponenti. Mālainās daļiņas, kam piemīt liela īpatnējā virsma un līdz ar to arī virsmas enerģija, katalītiski sekmē organisko vielu pārveidošanos. Pēc aktivitātes mālu minerāli veido rindu montmorilonīts > hidrovislās > > kaolinīts.

Naftas ogļūdeņražu veidošanās procesā nepieciešami lieli daudzumi ūdeņraža, kas tiek ņemti no apkārtējās vides, tādējādi palielinot tās sārmainību. Sārmainā vidē palielinās SiO_2 un Al_2O_3 kustīgums un rodas labvēlīgi priekšnoteikumi pārgrupējumiem mālu minerālu struktūrā, piemēram, daļējai silīcija aizstāšanai ar alumīniju tetraedriskajos tīklos. Šādu pārmaiņu gala rezultāts ir montmorilonīta pāreja hidrovislās. Šajā procesā izdalās enerģija, kas savukārt palielina organisko vielu pārveidošanās ātrumu. Bez tam hidrovislām salīdzinājumā ar montmorilonītu ir ievērojami zemākas adsorbcijas spējas, līdz ar to mazāka organisko vielu saite ar mālvielu, kas sekmē izveidojušos ogļūdeņražu atbrīvošanos un pārvietošanos.

Tomēr mālu minerālu izmaiņas nav būtiskākais enerģijas avots naftas veidošanās procesā, jo montmorilonīta saturs mālos var būt ļoti niecīgs. Tādējādi šādām montmorilonīta izmaiņām ir ne tik daudz nozīme kā

procesa enerģijas avotam, bet gan kā pazīmei, kas varētu liecināt par naftas veidošanās iespējām. Bet zināt, kur un kādos iežos veidojusies nafta, lielā mērā nozīmē zināt, kur to meklēt.

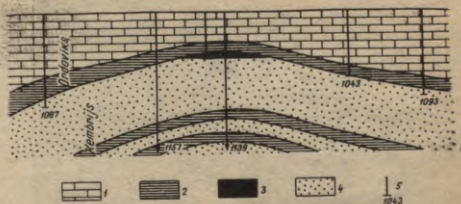
Iežiem sablīvējoties pārsedzošo slāņu spiediena ietekmē, izveidojušies naftas ogļūdeņraži pārvietojas un uzkrājas porainos iežos, ko sauc par kolektoriem. Tālākā naftas atradņu veidošanās cieši saistīta ar kolektoru poru telpu un tiem minerāliem, kas veido šīs poras. Liela nozīme šajā ziņā ir mālu minerāliem, kas bieži sastopami naftu saturošo poraino iežu slāņos kā cementējošā viela. Dažādu mālu minerālu ietekme uz kolektoripašībām ir visai dažāda. Visnelabvēlīgāk tās ietekmē montmorilonīts. Eksperimentāli pierādīts, ka 2% montmorilonīta piedeva tāda ideāla kolektora kā rupjgraudainas kvarca smilts caurlaidību samazina 10 reizes, bet 5% piedeva — jau 50 reizes. Šīs pašas smiltis ar 15% kaolinīta piedevu saglabā pietiekami labu caurlaidību. Kvarca smilšakmens ar 10% montmorilonīta piejaukumu ir praktiski naftas necaurlaidīgs.

Mālaini ieži sakarā ar minimālu caurlaidības spēju ir ideāla naftas iegulu segkārtā. Naftas iegulas parasti veidojas nogulumu iežos sastopamos kupolveida pacēlumos — t. s. struktūrās, kur porainu smilšakmeņu vai plaisainu karbonātiežu slāņus pārsedz mālaini ieži. Šādi apstākļi ir, piemēram, Baltijas ieplakā, kuras ziemeļu daļa aptver Latvijas rietumu rajonus. Šeit sastopami ar organiskām un minerālvielām bagāti karbonātieži, no kuriem var veidoties nafta un gāze. Tā var uzkrāties tīrāko plaisaino karbonātiežu slāņos vai arī kembrijā porainajos smilšakmeņos, kurus pārsedz necaurlaidīgi ordovika mālaini kaļķakmeņi (8. zīm.). Sajā rajonā bieži vien ir sastopami arī kupolveida pacēlumi — pie Saldus, Kuldīgas, Priekules, Ēdoles un citās vietās. Tāpēc Baltijā sākti naftas meklēšanas darbi, kuru pirmie rezultāti ir neliela naftas iegula pie Kuldīgas, kā arī Gargždai un Plunges atradnes Lietuvā un Krasnoborskas atradne Kaļiņingradas apgabalā.

Ipatnēji mālu ieži sastopami ordovika un silūra nogulumos. Tie ir plāni (1—6 cm) metabentonīta* starpslānīši, kuru kopējais skaits pārsniedz trīsdesmit. Metaben-

* Metabentonīti — pārsedzošo iežu spiediena un zemes dziļu paaugstinātās temperatūras ietekmē pārveidoti bentonīti.

8. zīm. Kuldīgas naftas atradnes shematiskais griezumums (pēc V. Karpicka u. c. datiem):
 1 — kalkakmens; 2 — māls; 3 — nafta; 4 — smilšakmens; 5 — urbumi un to dziļums



tonīti konstatēti visu Kurzemes dziļurbumu serdēs. Sīkāk tos pētījuši P. Lapinskas Lietuvā un E. Jurgensone Igaunijā. Apstiprinājušās jau agrāk izteiktās domas par to, ka šie ieži izveidojušies no vulkāniskajiem pelniem. Vulkaniskās darbības centrs atradies Skandināvijas pussalas rietumu daļā, no kurienes vējš pelnus pārnesis līdz Baltijai. Vislabāk metabentonīta slāņi saglabājušies mūsu republikas rietumu daļā, kur izvirdumu laikā bijis dziļāks jūras baseins un tādēļ nogulas mazāk ietekmējusi viļņošanās un straumju darbība. Līdz ar to vulkāniskais materiāls nav sajaucies ar pārējām nogulām.

Jūras ūdeņu iedarbības rezultātā vulkāniskie pelni pārveidojušies par montmorilonītu, bet turpmākais izmaiņu process dažādiem slāņiem dažādos izplatības rajonos bijis visai atšķirīgs. Bieži vien šo metabentonītu galvenā sastāvdaļa tagad ir kaolinīts, reizēm samērā liels ir hlorīta un hidrovizlas piejaukums. Metabentonītu praktiskā nozīme nav liela. Tā kā vējš vulkāniskos pelnus izkliedēja ļoti plašā teritorijā, metabentonīta slāņš var izlietot griezumu savstarpējai salīdzināšanai un atsevišķu slāņu ģeoloģiskā vecuma noteikšanai.

Devona māli

Izplatība

Visvecākie nogulumi, kuros māla iegulas sastopamas nelielā dziļumā, pieder devona sistēmai. Devona smilšainie un mālainie ieži atsegti galvenokārt Latvijas ziemeļu un ziemeļrietumu daļā — Gaujas, Salacas un Rojas krastos, Ventas ielejā leļpus Kuldīgas, Abavas leļjastecē,



9. zīm. Devona nogulumu atsegums pie Amatas Kārļu dzirnavām

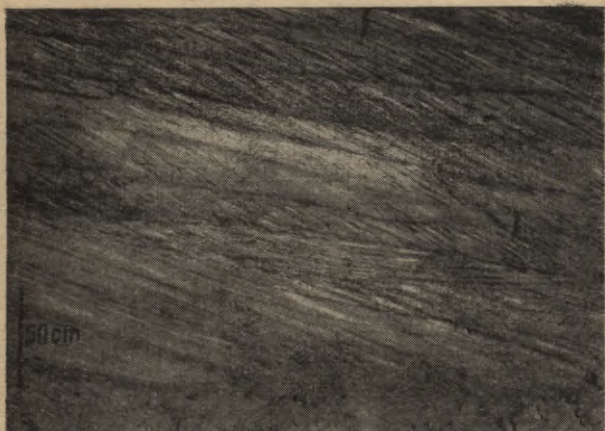
kā arī Zilo kalnu kraujā Kurzemes pussalas ziemeļos. Šie ieži sastopami arī Daugavas baseinā augšpus Līvāniem, starp Daugavpili un Krāslavu un dažās vietās Balupes krastos. Parasti gan mālu slāņi nav labi atsegti, jo sadēdot dod lēzenus noslīdņus, kuri drīz apaug ar zālī un kokiem. Tikai dažos upju stāvkrastos, kur mūsu dienās krasti joprojām tiek intensīvi izskaloti, redzamas ne tikai krāšņās smilšakmeņu kraujas, bet arī svaīgu, maz sadēdējušu mālu slāņi. Tas attiecas, piemēram, uz Ķūķes ieža krauju Gaujas labajā krastā starp Cēsīm un Siguldu, vairākiem Amatas svītas atsegumiem Amatas krastos pie Kārļu zivju audzētavas, kā arī Abavas stāvkrastiem.

Devona mālus saturošās svītas nonāk zemes virspusē zem kvartāra segas ļoti plašā teritorijā, kura parādīta 7. zīmējumā. Tomēr izmantot šos mālus var tikai tur, kur kvartāra segas biežums ir neliels — ne biežāks par 10 m. Kā redzams shēmā, šādi laukumi aizņem tikai niecīgu daļu no kopējās minēto svītu izplatības teritorijas un atrodas Ziemeļvidzemē Limbažu, Valmieras un Cēsu rajonos, Kurzemes ziemeļu daļā, Latgalē Balvu rajonā un citur. Vairākos gadījumos, piemēram, Daugavas krastos augšpus Daugāvpils, devona ieži gan atsegti upes stāvkrastos, bet sēgkārtās biežums ārpus ielejas pieaug tik strauji, ka praktiski nozīmīgi devona iežu izplatības laukumi šādās vietās nav konstatēti.

Lielākā dziļumā zem jaunākiem augšdevona un citiem nogulumiem Burtnieku, Arukilas, Gaujas, Amatas un Ogres svītu smilšainie un mālainie ieži sastapti urbumos visā Latvijas teritorijā. Visdziļāk tie nogrimst Dienvidkurzemē Baltijas ieplakā. Pie Priekules, piemēram, devona apakšējie slāņi, kuri zemes virspusē iznāk Dienvidīgaunijā, sastapti urbumos jau vairāk nekā 800 m dziļumā. Šo svītu devona nogulumiem ir liela nozīme ūdensapgādē, un tajos ierīkoti daudzi artēziskie urbumi. Ūdensnesošais horizonts saistīts ar smilšu slāņiem, bet māli nodala vienu ūdens horizontu no otra, neļauj sāļajiem dziļāko horizontu ūdeņiem ieplūst dzeramo ūdeni saturošajos slāņos un aizsarga tos no piesārņošanas ar netīrajiem virszemes ūdeņiem.

Veidošanās apstākļi

Vairāku simtu metru biezie rūsgani sarkanie un baltie devona smilšakmeņi un māli ir ļoti īpatnējs veidojums, kuru izcelšanās vēl nav pilnīgi noskaidrota. Spriežot pēc smilšakmeņu slīpslāņojuma (10. zīm.), nogulumu graudu rupjuma izmaiņām un citām pazīmēm, nav šaubu, ka Kurzemes pussalas, Gaujas un Salacas baseinu devona smilšakmeņi un māli ir Skandināvijas seno kalnu grēdu sadēdēšanas produkti. Latvijas dienvidaustrumu daļā, pēc dažu ģeologu domām, zināma nozīme bija arī nogulām, kuras pārnestas no Baltkrievijas. Tur devona periodā radās un pakāpeniski sadēdēšanas rezultātā tika noārdīts samērā neliels pamatklintāja izcilnis.



10. zīm. Smilšakmeņu slīpslāņojums Bāles stikla smilšu karejerā

Mālaino iežu slāņi izveidojušies sanesu plūsmas atslābuma periodos. Šādi periodi zemes garozas svārstību dēļ vairākkārt atkārtājušies.

Smilšaino un mālaino iežu cikliska mija ģeoloģiskajos griezumos ļauj izdalīt vairākus nogulu uzkrāšanās ritmus, kuru vecākā apakšējā daļa sastāv no smiltīm, bet augšējā — no māla. Lielākie ritmi atbilst, piemēram, vairāku desmitu metru biežajām Arukilas, Burtnieku un Gaujas svītām un samērā droši izsekojami urbumos un atsegumos. Tam ir svarīga nozīme mālu atradņu meklēšanas darbos, jo ar šo ritmu augšējiem mālainajiem slāņiem saistītas devona mālu atradnes. Sīkākiem ritmiem atbilstoši smilšu un māla slāņi konstatēti ļoti bieži, bet nogulu sastāvs ir visai mainīgs, un šos ritmus izpētīt plašākā teritorijā nav iespējams. To sevišķi skaidrī ilustrē atsevišķu māla atradņu izpētes rezultāti.

Kā zināms, smilšainie un mālainie nogulumu veidoties visai atšķirīgos apstākļos — izgulsnēties jūrās un ezeros, upju gultnēs un terasēs, kāpu grēdās jūru piekrastē, kā arī tuksnešos. Lai noskaidrotu šo nogulumu



11. zīm. Zivju atliekas devona nogulumos:

1 — muguras vairogs; 2 — zobi

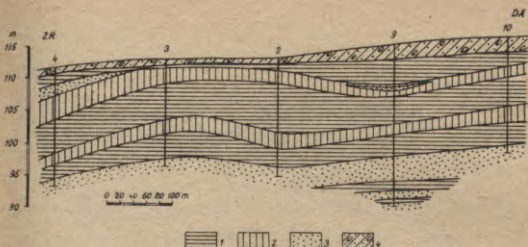
izveidošanās apstākļus, izmanto dažādas metodes. Viena no nozīmīgākajām ir iežos sastopamo organisko atlieku pētījumi. Latvijas devona smilšakmeņos un mālos ļoti izplatītas zivju atliekas, parasti tās ir vairāk vai mazāk noapaļotas skeleta daļas. Saprotams, ka tās pārnests samērā lielā attālumā. Skeleta īpatnības liecina, ka zivis dzīvojušas straujos ūdeņos. Kā uzskata vairākums paleontologu, tās bijušas lielas, straujas upes un to deltas, lai gan par ūdens sāļuma pakāpi, kurā dzīvojušas zivis, nav pārliecinošu datu. No citiem organismiem, kuru atliekas sastopamas devona smiltīs un mālos, var minēt sīkas pārogļotu augu atliekas, bet gaisajos, grūti kūstošajos Gaujas svītas mālos Cēsu apkārtnē ir ļoti daudz sīku vēžveidīgo — estēriju vāciņu. Šie organismi, tāpat kā lingulas, kuru čauliņas atrastas atsevišķās vietās rietumu rajonos vidusdevona nogulumos, dzīvojuši dažāda sāļuma ūdeņos.

Par to, ka atsevišķos devona posmos Latvijā bijuši normāla sāļuma jūras baseini, liecina P. Liepiņa atrastās krama konkrēcijas ar stromatoporū (zarndobumainie) atliekām baltajos smilšakmeņos Daugavas krastā pie Krāslavas un brahiopodu (pleckāji) atliekas Tirzas urbumā. Par līdzīgiem apstākļiem Gaujas baseinā sniedz ziņas stipri izplatītās fosforītu konkrēcijas, kuras ir vispāratzīts jūras baseinu indikators.

Kā vienu no pārliecinošākajiem pierādījumiem par mūsu devona smilšakmeņu izgulsnēšanos upēs daudzi ģeologi uzskatīja vienā virzienā vērstu slīpslāņojumu, kurš ļoti skaidri redzams Gaujas, Salacas, Abavas un citos atsegumos. Tomēr pēdējos gados kā pie mums, tā ārzemēs veiktie plašie slīpslāņojumu pētījumi rāda, ka šāda tipa slāņojums raksturīgs gan upju, gan jūras dibena straumju smilšakmeņiem un tādēļ nevar atbildēt uz galveno jautājumu, kas mūs interesē — kur bijusi jūras un kontinenta robeža, kad veidojās devona māla iegulas. Pilnīgi iespējams, ka šī robeža šķērsoja Latvijas teritoriju, bet precīzāku atbildi var dot tikai sikāki pētījumi, tai skaitā mālu minerālu un mikroelementu sadalījuma likumību noskaidrošana.

Saguluma apstākļi

Mālaino iežu slāņi sastopami vairāku svītu augšējā daļā, kuras atbilst nogulu ritmiem. Visumā šīm svītām var samērā labi izsekot atsegumos un urbumos, bet mālu slāņi nav nepārtraukti un vietām var pilnīgi nebūt. Raksturīgs piemērs šajā ziņā ir Gaujas svītas augšējo mālaino slāņu trūkums republikas ziemeļos, kur, kā tas redzams Sietiņieža atsegumā Gaujas kreisajā krastā, Gaujas svītas gaišos smilšakmeņus tieši pārsedz līdzīgi Amatas svītas ieži. Šis atsegums atgādina plaši pazīstamos devona griezumus Ļeņingradas apgabalā pie Lugas. Mālu iztrūkums šeit saistīts, acīm redzot, ar sanesu avota — Skandināvijas kalnu grēdu tuvumu un zemes garozas intensīvākām svārstībām, kas savukārt nosaka smilšainu iežu pārsvaru šajā rajonā. Tālāk uz dienvidiem, attālinoties no sanesu avota, Gaujas svītas augšdaļā jau parādās ievērojami biezs mālu slānis, ar kuru saistās vairākas detalizēti pētītas atradnes — Liepa



12. zīm. Kupravas mālu atradnes griezumam (pēc B. Fomina datiem):

1 — sarkanbrūns māls; 2 — zaļganpelēks māls; 3 — smilts; 4 — morēna

(Lode), Gāršas, Mūrleja un Cēsu Glūda. Mālaino slāņu iztrūkums un biezuma samazināšanās pilnīgi iespējama arī citur, sevišķi tektonisko pacēlumu (struktūru) rajonos, kur zemes garozas kustība bijusi intensīvāka. Tas attiecas ne tikai uz Gaujas svītas nogulumiem, bet arī uz pārējām mālu iegulas saturošajām svītām.

Daudz datu par atsevišķu mālu iegulu uzbūvi dod atradņu meklēšanas un izpētes darbi. Kā redzams 12. zīmējumā, Kupravas mālu atradnes ģeoloģiskā uzbūve ir samērā vienkārša. Atsevišķi mālu slāņi ir bieži, un tiem var labi izsekot visā atradnē. Iespējams, ka galvenā nozīme ir šīs Ogres svītas atradnes izveidošanās apstākļiem — derīgais slānis, domājams, izgulsnējies samērā dziļā jūras baseinā, kur nogulu mainība nav liela.

Daudz sarežģītāki ir Gaujas svītas mālu atradņu saguluma apstākļi Cēsu un Valmieras apkārtnē. Mālu biezums šeit ir visai mainīgs (13. zīm). Tas strauji pieaug smilšakmeņu virsmas pazeminājumos, kuri radušies izskalojumu rezultātā. Dziļākajās vietās mālu biezums sasniedz 40 m. Spriest par izskalojumu raksturu pēc urbumu datiem ir grūti, bet karjeros un atsegumos mālu iegulas kontakti ar smilšakmeņiem nav atsegti, ja neskaita apmēram 5 m platu ar neslāņotu plankumainu mālu aizpildītu kanālveida joslu ar gandrīz vertikālām sienām Bāles stikla smilšu karjerā. Iespējams, ka šī plaisai līdzīgā josla turpinās vēl dziļi zem karjera.



13. zīm. Mālu sagulums Gaujas krastos pie Lodes:

1 — liess māls; 2 — gaišs, trekns māls; 3 — smilšakmens; 4 — dolomīts;
5 — kvartāra smilts

Vairākkārt devona nogulumos konstatēti līdzīgi izgrauzumi, kurus aizpilda vāji šķirota smilts. Tādēļ var arī domāt, ka mālu iegulas bieži vien izbeidzas ļoti strauji, robežojot ar smilšakmeņiem pa gandrīz vertikālām straumju veidotām sienām.

Mālu slāņu sagulums labi redzams Liepas atradnē, kuru izmanto Lodes drenu cauruļu rūpnīca. Lieso, sarkano mālu slāņiem var labi izsekot karjera sienās. Mālu slāņa biezums mainās visai nedaudz. Starp mālu slāņiem ir zaļgani pelēku mālainu smilšu kārtiņas, kuru krasā nokrāsas atšķirība no mālu slāņiem atļauj atšķirt vienu slāni no otra. Samērā bieži redzamas gandrīz vertikālas plaisas, pa kurām atsevišķas mālu slāņkopas daļas sadalītas blokos un mainījušas savu stāvokli. Pārvietošanās attālums nav liels — parasti 0,5—1,0 m.

Liepas atradnē sīkāk pētītas arī gaišo, grūti kūstošo mālu iegulas, kuras sastopamas arī Gāršu un Glūdas mālu atradnēs, kā arī Gaujas svītas atsegumos Gaujas un Mazraunas krastos. Gaišie māli, kā redzams 13. zīmējumā, iegul dziļāko izgrauzumu centrālajā daļā. Karjera sienā novērojams, ka ar šiem ļoti dispersajiem māliem saistītas intensīvas slāņu deformācijas — krokas, pārvietošanās pa plaisām. Tā kā māli ir ļoti dispersi, var domāt, ka šīs deformācijas saistītas ar noslīdņiem, kuri aizpildījuši izgrauzumu dziļākās vietas.

Uz dienvidiem un rietumiem no Cēsīm un Siguldas Gaujas svītā vairs nav gaišo, grūti kūstošo mālu. Smilš-

akmeņi šajā virzienā kļūst smalkgraudaināki, pieaug mālu nozīme, tiem var labāk izsekot, jo tie veido nepārtuktus slāņus un nav saistīti ar izgrauzumiem smilšakmeņos. Pēc saguluma apstākļiem un arī pēc sastāva šī rajona Gaujas svītas māliem līdzīgi ir vecāko svītu — Arukilas un Burtņieku — mālu nogulumu, kurus agrāk samērā plaši izmantoja Limbažu un Valmieras rajonos Tūjas, Planču, Pāles u. c. ķieģelnīcas. Tagad tos iegūst tikai Tūjas karjerā netālu no Rīgas jūras līča krasta.

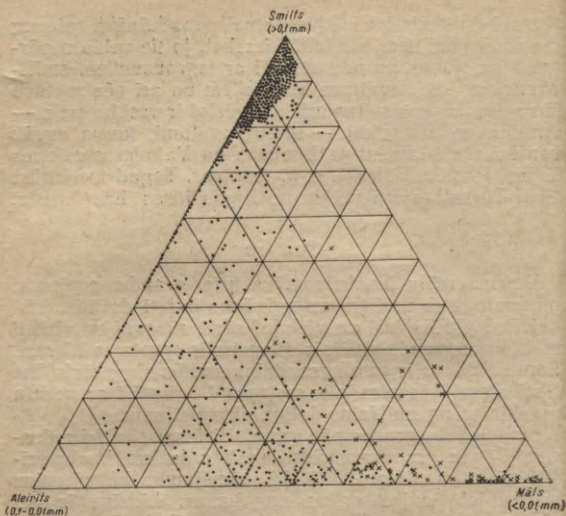
Sastāvs

Devona mālu iegulu sastāvs pēc graudu rupjuma, mineralogiskā sastāva un nokrāsas ir ļoti dažāds. Visvairāk izplatīti liesi un vizlaini sārti, rūsgani un violeti māli, kuru graudu vidējais diametrs ir apmēram 0,1 mm. Samērā daudz ir smalkgraudainu smilšu starpkārtu, bet tikai atsevišķās atradnēs sastopami tīri māli ar nelielu putekļaino un smilšaino daļiņu piemaisījumu.

Šīs trīs iežu grupas pēc graudu lieluma skaidri redzamas arī pēc granulometrisko analīžu datiem, kuri parādīti trīsstūra diagrammā 14. zīmējumā, kā piemēru izmantojot Gaujas svītas nogulumus. Līdzīgs ir arī pārējo svītu mālu slāņkopu sastāvs, tikai tās nesatur tiros mālainos iežus.

Smiltis mālu atradnēs sastopamas tikai kā starpslāņi derīgā izrakteņa iegulā. To biezums parasti nepārsniedz dažus desmitus centimetrus. Smiltis ir irdenas, sārti dzeltenā vai zaļgani pelēkā krāsā. Parasti tās ir smalkgraudainākas un vizlainākas nekā biežajās smilšu slāņkopās, kuras iegul zem mālu atradnēm un pārsedz tās. Smiltis parasti nav rupjgraudaino būvmateriālu ražošanai kārtīgo piemaisījumu, ja neskaita zivju atliekas, kuras sastāv no fosfātiem un kuras var viegli sadrupināt. Tās nebojā arī izstrādājumu drumstalu, kā tas novērojams, ja ieslēgumi sastāv no karbonātiem.

Smilšu starpkārtas mālu iegulās ir pieļaujamas un pat vēlamas, lai atkarībā no izstrādājumu veida (ķieģeļi, drenu caurules) nodrošinātu normālu mālaino un smilšaino daļiņu proporciju šīhtā. Ja smilšu par maz, māli jāliesina ar smiltīm, kuras iegūst citur, bet, ja smilšu par daudz, nedrīkst izstrādāt mālu iegulas daļas, kuras satur smilšu un smilšainu mālu starpkārtas un lēcas.



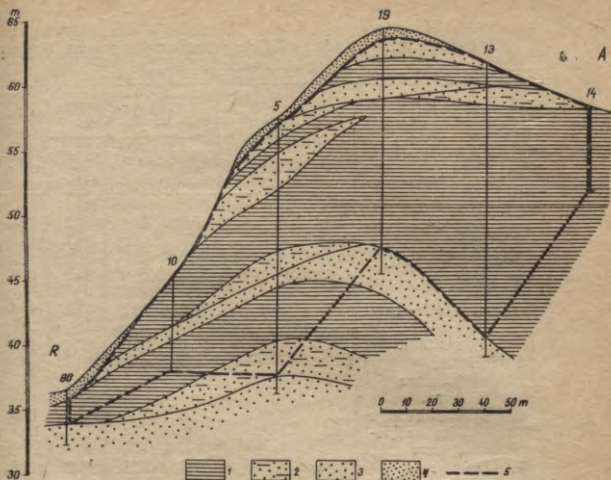
14. zīm. Devona mālu granulometriskā sastāva trijstūra diagramma

1 — sarkanbrūnie liesie māli; 2 — gaišie treknie māli

Par to, kādām jābūt mālaino, aleirītisko un smilšaino daļiņu proporcijām derīgajā slānī, lai varētu ražot ķieģelus un drenu caurules, var spriest pēc pētīto atradņu mālu vidējā granulometriskā sastāva. Pirmo piecu 1. tabulā uzrādīto atradņu mālus izmantoja (Tūjas un Liepas atradnēs izmanto arī pašlaik) bez liesināšanas.

Klinkera izstrādājumu un keramzīta oļu ražošanai noderīgajos mālos jābūt pēc iespējasniecīgākam smilšaino daļiņu saturam, kā tas arī redzams no 1. tabulā uzrādītajiem datiem par Kupravas, Glūdās, Liepas gaišajiem un Gāršu māliem, kuri piemēroti šim nolūkam. Tādi apsvērumi par mālu granulometriskā sastāvu jāņem vērā, nosakot devona mālu izmantojamo krājumu robežas (15. zīm.).

Galvenā mālu iegulu sastāvdaļa ir samērā liess, alei-



15. zīm. Mūrlejas mālu iegulas uzbūve un rūpniecisko krājumu robežas:

1 — māls; 2 — mālainis smilšakmens; 3 — smilšakmens; 4 — augsnes kārtā un kvartāra smilts; 5 — rūpniecisko krājumu robeža

rītisks, vizlains māls bez skaidri izteikta slāņojuma, ja neskaita parasti no 10 līdz 50 cm biezu slāņu skaidrās robežvirsmas. Tomēr, apskatot ieža paraugus sīkāk, skaidri redzams, ka vizlas plāksnītes izgulsnējušās orientētas vienā virzienā — paralēli slāņojuma virsmām. Tādā pašā stāvoklī atrodam mālos ieslēgtās zivju atliekas, kuru ļoti daudz atsevišķos slāņos karjera sienā Liepas atradnē.

Novērtējot mālu kvalitāti, liela nozīme ir rupjgraudaino karbonātu ieslēgumu sadalījumam. Šādi ieslēgumi ir sastopami visās devona mālu atradnēs. Vismazāk to ir Gaujas svītas mālos republikas ziemeļu rajonos, piemēram, Liepas un Gāršu atradnēs. Citos rajonos, kā arī pārējo devona svītu mālos, karbonātu ieslēgumu ir vairāk un reizēm pat sastopami mālainu dolomītu starpslāņi,

Devona mālu atradņu vidējais granulometriskais sastāvs un plastiskums

Nr. p. k.	Atradne	Rajons	Granulometriskais sastāvs (%)			Plastis- kums pēc Ater- berga
			>0.05 mm frakcija	0.05— 0.005 mm frakcija	<0.005 mm frakcija	
1.	Mūrleja	Cēsu	25,5	42,4	32,1	18,5
2.	Pāle	Limbažu	29,7	34,9	35,1	19,0
3.	Planči	Valmieras	40,0	29,0	31,0	13,9
4.	Tūja	Limbažu	35,5	29,6	34,9	15,1
5.	Liepa	Cēsu				
	a) gaišie, grūti kūstošie		6,2	26,7	67,1	23,5
	b) sarkanie		26,9	35,3	37,6	17,9
6.	Gāršas	Cēsu				
	a) klinkera oļiem		13,2	25,1	61,7	20,4
	b) drenu cauru- lēm un ķie- ģeļiem		37,8	21,6	40,6	15,7
7.	Doles sala	Rīgas	17,7	31,1	41,2	9,8
8.	Glūda		9,2	30,4	60,4	50,0
9.	Ķastrāne	Ogres	27,7	31,1	41,2	9,8
10.	Kuprava	Balvu				
	a) drenu cauru- lēm		12,4	40,0	47,6	
	b) keramzīta oļiem		12,3	20,5	67,2	
11.	Mednieki	Balvu	16,5	27,7	55,8	27,6

kurus L. Pāsikivi, I. Poļivko u. c. atzīst par saldūdens karbonātu nogulumiem. Līdzīgi veidojumi sīki aprakstīti arī Anglijas devona iežos. J. Allens un M. Piks uzskata, ka tie radušies augsnes veidošanās procesos karstā un sausā klimatā.

Karbonātu konkrēcijas mālos sīkāk pētītas tikai Tūjas atradnē, kur tās sastāv no mālaina dolomīta un sadalītas ļoti nevienmērīgi. Daudzos slāņos konkrēciju (kuru diametrs lielāks par 2 mm) daudzums pārsniedz 10%. Mālu slāņus, kuros daudz karbonātu konkrēciju, nevar izmantot, jo pēc mālu apdedzināšanas tās veldzējas un palielinoties tilpumam, rada izstrādājumos plaisas. Ja konkrēciju nav daudz, to kaitīgo ietekmi var novērst, ja mālu apstrādes procesā konkrēcijas sasmalcina līdz dia-

metram, mazākam par 1 mm, vai arī pēc izņemšanas no krāsns karstus ķieģeļus un drenu caurules uz 10—15 minūtēm iegremdē ūdens baseinā. Ļoti efektīvs, bet samērā dārgs mālu uzlabošanas paņēmieni ir kaitīgo piemaisījumu — oļu, lielu kvarca graudu, konkrēciju, zivju atlieku u. c. — atdalīšana atduļķojot.

Vairākums pētnieku kā Padomju Savienībā (Zemčužņikovs, Ruhins), tā arī aiz robežām (Allens, Friends) domā, ka raksturīgo devona mālu un smilšu sarkano krāsu (Anglijā šos iežus sauc par *Old Red* — senie sarkanie nogulumi), ar ko tie tik ļoti atšķiras no cita ģeoloģiskā vecuma nogulumiem, dod dzelzs oksīdi un hidroksīdi. Šie savienojumi izgulsnējušies vienlaikus ar smiltīm un māliem senajos baseinos un upju nogulu veidotajos līdzenumos. Tikai daudz vēlāk radušies mālu iegulās bieži sastopamie gaiši zaļganie un zilganie plankumi un joslas (16. zīm.). Krāsu izmaiņa, acīm redzot, saistīta ar pazemes ūdeņu darbību. Tādēļ arī intensīvāka dzelzs savienojumu šķīšana un iežu atkrāsošanās novērojama smilšu starpslāņos un smilšainajos mālos. Pazemes ūdeņiem, kuri cirkulē devona nogulumos, raksturīgs augsts un visai neviņmērīgs dzelzs saturs. Tur, kur šie ūdeņi iznāk zemes virspusē, piemēram, Gaujas, Braslas un citu upju ieleju nogāzēs, izveidojušās vai arī mūsu



16. zīm. Gaiši atdzelžoti plankumi sarkanbrūnos mālos Liepas atradnē

dienās turpina uzkrāties nelielas limonīta (okera, purva rūdas) iegulas. Dzelzs savienojumi lielā mērā ietekmē arī mālu kā būvmateriālu izejvielu īpašības.

Trešā mālu atradnēs sastopamo iežu grupa ir gaiši zaļgani vai iepelēki ļoti trekni, grūti kūstoši māli. Gaišie māli sastopami tikai Ziemeļlatvijā Gaujas un tās pieteku baseinā augšpus Siguldas Gaujas svītas nogulumos. Pēc granulometriskā sastāva šiem māliem raksturīgs liels sīkdisperso mālaino daļiņu saturs, bet smilšu frakcijas tikpat kā nav (12. zīm.). Domājams, ka tie izveidojušies nelielos baseinu padziļinājumos, kur ūdeņi sanesa smalkākās duļķes un organiskās vielas. Sanesu piegāde nebija vienmērīga, jo māliem raksturīgs sīks horizontāls slāņojums. Baseinu padziļinājumos dzīvoja daudz estēriju, kuru sīkās, maigās čauliņas sastāvēja no fosfātiem un ļoti labi saglabājušās mālos. Tajos atrodams arī daudz bruņu zivju skeletu gabalu.

Gaiši zaļgano un iepelēko krāsu nosaka reducēšanās procesi, kuri notikuši svaigi sanestajās duļķēs organisko vielu sadalīšanās ietekmē. Šie procesi veicināja arī fosforītu konkrēciju veidošanos, kuras konstatētas visās gaišo mālu iegulās un atsegumos, piemēram, Kūķes kraujā Gaujas labajā krastā un Mazraunas vidustecē. Liepas atradnē daudzu konkrēciju kodolā ir zivju skeleta drumslas.

Fosforskābes anhidrīda (P_2O_5) saturs šajās konkrēcijās nav liels un ir robežās no 10 līdz 14%. Kā var spriest pēc pētījumiem karjeros, atsegumos un atsevišķos izpētes urbumos, no kuriem saglabājušies paraugi, fosforītu konkrēciju mālos nav daudz un nevar būt runas par to ieguvi un izmantošanu. Izmantojot mālus keramikajā un būvmateriālu rūpniecībā, fosforītu konkrēcijas pieskaitāmas rupjgraudainajiem kaitīgajiem ieslēgumiem. Tā, piemēram, Gāršu atradnē fosforīti veido šo ieslēgumu galveno masu. Tomēr mālu kvalitāti konkrēcijas ievērojami neietekmē, jo tās ir samērā mīkstas un viegli sadrupināmas, mālus pirms veidošanas apstrādājot. Fosforītu ieslēgumi neizraisa arī ķieģeļu, drenu cauruļu un citu izstrādājumu virsmas bojājumus pēc apdedzināšanas.

Mālu kvalitāte un izmantošanas iespējas lielā mērā atkarīgas no to mineralogiskā un ķīmiskā sastāva. Latvijas devona mālu galvenā sastāvdaļa ir hidrovizlas. Citu

mālu minerālu piemaisījums ir samērā neliels. Kaolinīta daudzums vidusdevona un Gaujas svītas mālu iegulās atkarīgs no attāluma līdz sanesu avotam, kur atsevišķos laika posmos notika sadēdēšanas garozas noskalošana, un tās tuvumā mālos pieaug kaolinīta daudzums. Visvairāk kaolinīta ir Gaujas svītas mālos, kad sadēdēšanas garozas pārskalošanas procesi, acīm redzot, bijuši visspēcīgākie. Republikas ziemeļu daļā, kur sanesu avots tuvāk, sarkanie, liesie Gaujas svītas māli satur 5—10% kaolinīta, bet gaišajos, treknajos mālos šī minerāla daudzums sasniedz 25%. Dienvidu un dienvidrietumu virzienā gaišie māli izķīlējas, pazūd, bet sarkanajos mālos kaolinīta piemaisījums ir niecīgs. Uz ziemeļaustrumiem, aiz mūsu republikas robežām kaolinīta daudzums Gaujas svītas mālos pieaug, un Ļeņingradas apgabalā kaolinīts ir jau galvenais šīs svītas (Jaščeras slāņu) mālu minerāls.

Cita minerālu asociācija sastopama augšdevona Ogres svītas mālos, pie kuras pieder Kupravas, Mednieku un Kastrānes atradnes. Šie māli satur 5—10% montmorilōnīta piejaukumu, kas jūtami ietekmē mālu īpašības.

Svarīga nozīme mālu kvalitātes novērtēšanā ir ne tikai galveno mālu minerālu savstarpējām attiecībām. Arī daži piemaisījumi, pat ja tie ir niecīgā daudzumā, būtiski ietekmē mālu īpašības un izmantošanas iespējas. Kā rāda E. Vītiņa un B. Martinsones pētījumi, šāds nozīmīgs devona mālu piemaisījums ir dzelzs savienojumi, kuru saturs dažādu atradņu mālos dots 2. tabulā.

Vairākumam pētīto devona mālu atradņu raksturīgs augsts dzelzs savienojumu saturs (Fe_2O_3 5—6% un vairāk). Izņēmums ir karbonātiskie Doles salas māli (Salaspils svīta) un gaiši krāsotie, treknie māli Liepas, Gāršu un Glūdas atradnēs.

Devona mālos dzelzs savienojumi parasti sastopami kā oksīdu vai hidroksīdu (hematīta, ģetīta vai limonīta) plēvītes uz graudu virsmas. Mazākā mērā dzelzs joni ieiet arī mālu minerālu kristāliskajā režģī. Brīvo dzelzs oksīdu un hidroksīdu klātbūtne nosaka košo sarkanbrūno krāsojumu, kas tik raksturīgs kā pašiem devona māliem, tā arī no tiem izgatavotajiem izstrādājumiem. Pieredzējusi acs pēc krāsas nešaubīgi var pateikt, no kādiem māliem — devona vai kvartāra — ražots viens vai otrs

Devona mālu atradņu vidējais ķīmiskais sastāvs

Nr. p. k.	Atradne	Galveno komponentu saturs, %				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
1.	Doles sala	29,10	10,58	9,58	8,58	1,81
2.	Gāršas					
	a) klinkera oļiem	68,49	15,49	1,02	1,52	5,22
	b) ķieģeļiem un drenām	73,91	12,53	0,96	1,77	4,53
3.	Glūda	58,20	20,95	1,23	2,15	6,38
4.	Kastrāne	52,18	11,57	7,64	6,69	5,15
5.	Kuprava	61,05	13,74	3,29	3,62	6,37
6.	Liepa					
	a) gaišie, treknie	62,85	19,60	0,79	1,94	4,44
	b) sarkanie, liesie	67,77	14,17	0,62	2,01	6,54
7.	Mednieki	60,17	13,73	2,18	3,29	9,00
8.	Mūrleja	69,10	13,94	0,70	1,78	5,23
9.	Pāle	67,57	13,34	0,82	1,72	7,43
10.	Planči	55,29	12,54	2,42	3,28	5,60
11.	Tūja	67,71	11,51	2,07	2,80	4,94

ķieģelis vai drenu caurule. Košā un vienmērīgā krāsojuma dēļ sarkanie devona mālu ķieģeļi ir ļoti iecienīts ēku apdares materiāls. Šim nolūkam var izmantot arī treknos, gaiši krāsotus mālus, no kuriem iegūst skaistus ziloņkaula krāsas izstrādājumus.

Dzelzs savienojumi mālos darbojas ne tikai kā krāsviela, bet arī kā kušņi. Tie ievērojami pazemina apdedzināšanas temperatūru, kā arī ugunsizturību. Tam ir gan pozitīva, gan negatīva nozīme. Zemāka apdedzināšanas temperatūra samazina kurināmā patēriņu un pagarina apdedzināšanas krāšņu ekspluatācijas laiku. Turpretim pazemināta ugunsizturība zināmā mērā ierobežo mālu izmantošanas iespējas. Tā, piemēram, viegli kūstošos, dzelzi saturošos devona mālus nevar izmantot kanalizācijas cauruļu ražošanai. Šim nolūkam der tikai gaišie, grūti kūstošie māli, jo kanalizācijas caurules jāapdedzina samērā augstā temperatūrā (apmēram 1300°C), lai tām varētu uzkausēt izturīgu glazūras slāni. Tāpēc arī Liepas atradnē gaišie, grūti kūstošie māli ir pētīti kā izejviela kanalizācijas cauruļu ražošanai. Šim nolūkam tos pašlaik izmanto Bolderājas būvmateriālu kombinātā, kamēr agrāk kanalizācijas cauruļu ražošanai izlietoja

ievestas izejvielas — Voronežas apgabala Latīnas atradnes mālus.

Galveno atradņu mālu keramiskās īpašības dotas 3. tabulā.

Latvijas devona māli ir stipri un vidēji plastiski. Mēreni plastiski ir Planču, Kastrānes un Doles atradņu māli. Planču atradnes mālu pazeminātā plasticitāte ir saistīta ar lielo smilšu frakcijas daudzumu — 40%, bet Doles un Kastrānes atradnēs — ar lielo karbonātu saturu.

Pēc ugunturības devona māli visumā pieskaitāmi viegli kūstošiem māliem, izņēmums ir Glūdas atradnes māli, kuru vidējā ugunturība ir 1400°C, un Liepas atradnes māli, kuru ugunturība ir apmēram 1375°C un kuri tāpēc pieskaitāmi grūti kūstošajiem māliem.

Temperatūra, pie kuras drumstalas ūdens uzsūce ir 15%, devona māliem ir samērā zema — caurmērā 800—900°C. Tikai stipri karbonātiskajiem Doles atradnes māliem, kā arī ļoti liesajiem Planču māliem tā pārsniedz 1000°C.

Klinkerēšanās temperatūra dažādu atradņu māliem atkarībā no to sastāva ir dažāda. Viszemākā — apmēram 1000°C — tā ir treknākajiem mālu paveidiem Glūdas, Kupravas un Gāršu (augšējais slānis) atradnēs. Liesajiem, kā arī karbonātiskajiem māliem klinkerēšanās temperatūra pārsniedz 1100°C. Treknajiem devona māliem ir samērā garš — apmēram 100°C — klinkerēšanās intervāls, un tos var izmantot klinkera izstrādājumu ražošanai. Trīsdesmitajos gados pētījumus par Latvijas mālu izmantošanas iespējām klinkera izstrādājumu, galvenokārt ceļu seguma materiālu ražošanai izdarījis J. Eiduks. Pēc viņa ierosmes 1937. gadā kādā no Polijas keramikajām rūpnīcām izdarīja Tūjas atradnes mālu pusrūpnieciskās pārbaudes. No iegūtajiem bruģa klinkeriem izbūvēja paraugsegumu kādā Rīgas — Bauskas šosejas posmā, kas samērā labi izturēja laika pārbaudi. Jautājums par Latvijas mālu noderību klinkera izstrādājumiem pēdējā laikā atkal kļuvis aktuāls sakarā ar augstas stiprības betona pildmateriālu trūkumu. E. Vītiņa vadībā izdarītie pētījumi parādījuši, ka no treknākajiem devona māliem iegūtie klinkera oļi pēc mehāniskās izturības, kā arī pašizmaksas pilnīgi piemēroti kā augstas stiprības

Devona māļu keramiskās īpašības

Nr. p. k.	Atradne	Plasfiskums pēc Aterberga	Veidošanas mīrumis, %	Zāvēšanas sarkums, %	15% ūdens uzsūces temperatūra, °C	Klinķešanas temperatūra, °C	Sakelšanas temperatūra, °C	Uzpūšanas deformācijas temperatūra, °C	Ugunurība, °C	Klinķešanas temperatūra, °C	Sakelšanas temperatūra, °C	Uzpūšanas deformācijas temperatūra, °C
1.	Doles sala	9,8	18,9		1060	1110	Nav not.	1165	1200	55	Nav not.	35
2.	Gāršas a) klinķera oļiem b) ķieģeļiem un drenām	20,4 15,7	22,4 17,9	7,1 5,5	854 828	1025 1137	1059 Nav not.	1116 1180	1325 1325	91 43	57 Nav not.	209 145
3.	Glūda	50,0	26,1	7,0	835	950	995	1040	1400	90	45	360
4.	Kastrāne	9,8	18,8		1060	1110	Nav not.	1165	1200	55	Nav not.	35
5.	Kuprava	24,4	24,7	6,7	876	1063	1096	1103	1215	40	6	112
6.	Liepa a) gaišie, treknie b) sarkanie, liesie	30,2 14,8	24,9 17,2	7,7 5,8	850 800	982 1175	1022 >1200	>1200	1375 1375		113 ≈50	156
7.	Mednieki	27,6	24,3	8,7	814	955	1007	1039	1195	84	22	
8.	Mūrleja	18,5	20,1	7,4	850	1078	1117	1134	1325	55	17	191
9.	Pāle	19,0	20,9		845	1110	1140	1170	1200	60	30	30
10.	Pianči	13,9	18,4		1020	1130	1150	1160	1200	30	10	40
11.	Tūja	11,7	20,6	7,8	960	1100	1170	1190	1300	90	20	110

betonu pildmateriāls granīta šķembu vietā, kuru trūkums mūsu republikā pašlaik izjūtams diezgan asi.

Saķepšanas temperatūra, pie kuras drumstalas ūdens uzsūce ir 2%, devona māliem ir caurmērā par 40—50°C augstāka nekā klinkerēšanās temperatūra; atbilstoši īsāks ir saķepšanas intervāls. Līdz saķepšanai jāapdedzina kanalizācijas caurules. Noderīgākie ir Liepas atradnes gaišie, grūti kūstošie māli, kuri tad arī tiek izlietoti šim nolūkam.

Uzpūšanās — deformēšanās temperatūra atkarībā no mālainās frakcijas un kušņu satura dažādu atradņu māliem ir visai atšķirīga. Stipri augsta — 1150—1200°C — tā ir liesajiem, kā arī gaiši krāsotajiem, treknajiem māliem. Turpretī treknie, ar dzelzs savienojumiem bagātie māli uzpūšas ievērojami zemākās temperatūrās. Labi uzpūšas, piemēram, Kupravas, Glūdas un Gāršu (augšējais slānis) atradņu māli, kurus var izmantot augstas kvalitātes keramzīta oļu ražošanai. Pēc E. Vītiņa datiem, keramzīta ražošanai noderīgi devonā māli, kas satur ne mazāk par 40% mālainās frakcijas un ne mazāk par 5% dzelzs oksīdu. Vispiemērotākā keramzīta izejviela ir Kupravas atradnes māli, uz kuru bāzes tiek celta liela drenu cauruļu un keramzīta oļu rūpnīca.

Triasa un juras māli

Triasa nogulumu, kuru sastāvā ietilpst māli, mergēļi un smilšakmeņi, izplatīti Latvijas dienvidrietumu daļā pie Lietuvas robežas (7. zīm.). Tie atsedzas Ventas baseina upju krastos un ir konstatēti arī vairākos urbemos. Pēc vietas, kur triasa nogulumu Latvijā pirmo reizi atrasti, tos apzīmē arī par Purmaļu mergēļi. Triasa nogulumu biezums Latvijas teritorijā sasniedz 74 m. Daudz plašāk un daudz biezākā slānī tie turpinās Lietuvā.

Latvijas teritorijā triasu veido sarkani, sarkanbrūni, zaļganpelēki vai zili māli un mergēļi ar pelēcīga smilšakmens starpkārtām. Šo nogulumu veidošanās laikā Polijas — Lietuvas ieplakā norisinājušies grimšanas procesi un uzkrājies no apkārtējiem, vairāk paceltajiem

rajoniem nonestais materiāls. Ieplakas centrālajā daļā, kas atrodas ārpus Latvijas teritorijas, triasa nogulumi uzkrājās ātrāk nekā vairāk paceltajā ziemeļu daļā, tāpēc triasa griezumā centrālajā daļā ir daudz pilnīgāks.

Triasa māli Latvijas teritorijā ir smilšaini un putekļaini. To mālainā frakcija galvenokārt sastāv no hidrovislām ar visai augstu montmorilonīta saturu. Smilšaino un putekļaino frakciju galvenā sastāvdaļa ir kvarcs. Sastopams arī laukšpats, tomēr ievērojami mazākos daudzumos nekā devona nogulumos.

Triasa mālu sastāvs Latvijā ir maz pētīts, tomēr J. Eiduka un E. Vītiņa dati rāda, ka tie ievērojami atšķiras no pārējo sistēmu māliem. Triasa māli ir viegli kūstoši (ugunturība ap 1210°), tie uzpūšas samērā zemā temperatūrā ($1100-1150^{\circ}$) un veido vieglu, šūnainu masu, kuras tilpumsvars ir $0,6-0,8 \text{ g/cm}^3$, tāpēc tos varētu izlietot keramzīta ražošanai. Lielā montmorilonīta satura dēļ triasa māliem ir labas adsorbcijas spējas.

Labāk izpētīti ir triasa nogulumi Lietuvas teritorijā. Triasa mālus Lietuvā izmanto cementa rūpniecībā. Jāatzīmē samērā zems sārmu metālu saturs, kuri, kā zināms, cementa rūpniecībā tiek uzskatīti par kaitīgiem piemaisījumiem.

Juras sistēmas nogulumi izplatīti Latvijas dienvidrietumos atsevišķos izolētos rajonos Ventas upes baseinā un arī pie Rucavas (7. zīm.). Ventas baseinā tie atdzas leļpus Nigrandes un sikāko upju — Zaņas, Losas, Lētižas un Vadakstes krastos. Juras ieži Latvijā daudzos gadījumos nav sastopami pirmatnējā sagulumā, bet kā ledāja atrauti blāķi. To biezums sasniedz 18 m. Šie nogulumi sastāv no gaišām smiltīm un vāji cementētiem smilšakmeņiem un māliem ar brūnogļu slāņiem. Māli juras nogulumos sastopami starpslāņu vai lēcu veidā, to biezums ir $0,45-5,35 \text{ m}$. Māli parasti ir melni vai tumši pelēkā krāsā, jo tajos ir daudz organisko vielu. Lielākās juras mālu iegulas zināmas Zaņas un Lētižas ielejās. Galvenā no tām ir Pulvernieku atradne Lētižas krastos 2 km no Nikrāces. Šī rajona juras nogulumi jau sen saistījuši gan vietējo iedzīvotāju, gan speciālistu uzmanību, galvenokārt sakarā ar brūnogļu iegulām, kurām gan, kā parādīja vairākkārtēji plaši pētījumi, nav

praktiskas nozīmes nelielo krājumu un zemās kvalitātes dēļ.

Plašākos juras mālu pētījumus Pulvernieku atradnē izdarījuši geologi E. Rinka un K. Bērziņš, kā arī grupa LVU Ķīmijas fakultātes darbinieku J. Eiduka vadībā.

Pulvernieku atradnes ģeoloģiskā uzbūve ir visai sarežģīta. To veido izkliedētas mainīga biežuma (caurmērā 1,6—1,8 m) mālu lēcas, kas mijas ar mālainas smilts un brūnogles lēcām. Pēc ārējā izskata un īpašībām atradnes māli iedalāmi 3 grupās — melnais, pelēki melnais un pelēkais māls.

Melnais māls ir ogļains un gandrīz vienmēr satur daudz pirīta konkrēciju. Melnā māla lēcas parasti sastopamas tieši virs vai zem brūnogles slāņiem.

Pelēki melnajā mālā brūnogļu ir ievērojami mazāk, mazāk arī pirīta konkrēciju. Pats māls ir treknāks.

Pelēkais māls nesatur ne ogļainos piemaisījumus, ne pirīta konkrēcijas. Šis māls ir stipri smilšains.

Juras māli pārējo Latvijā izplatīto mālu starpā izceļas ar paaugstinātu ugunturību, caurmērā 1400°C, bet labākajiem paraugiem pat 1580—1650°C.

Kopā ar māliem lielos daudzumos nogulsnētās organiskās vielas radījušas svaigi izgulsnētajā materiālā reducējošu un skābu vidi, kas veicinājusi sārmu un sārmzemju metālu, kā arī dzelzs savienojumu iznešanu un kaolinīta veidošanos. Niecīgais kušņu saturs un liels kaolinīta daudzums mālainajā frakcijā nosaka mālu paaugstinātu ugunturību. Nelielā dzelzs daudzuma dēļ juras sistēmas mālus var lietot gaišas krāsas apdares materiālu ražošanai. J. Eiduks u. c. iesaka tos kopā ar devona vai izskalotajiem kvartāra māliem izmantot klinķera izstrādājumiem un kanalizācijas caurulēm.

Tomēr zināmie juras mālu krājumi ir visai nelieli. Tā Pulvernieku atradnē to ir apmēram 18000 m³, bez tam 7000 m³ no tiem ir mazvērtīgāks smilšains māls.

Juras ugunturīgos mālus praktiski izlieto ļoti nelielos daudzumos Nigrandes kaļķu ceļa remonta darbos. Mālu izmantošanu plašākos apmēros kavē nelielie krājumi, biežā segkārtā, kaitīgie piemaisījumi (pirīta un markazīta konkrēcijas), labu satiksmes ceļu trūkums.

Kvartāra māli

Kvartāra nogulumos, kas klāj visu Latvijas teritoriju, mālaini ieži ir ļoti izplatīti.

Visbiežāk sastopams morēnu māls, ko veido nešķirota, tieši no ledāja izgulsnēta māla, smilts un oļu masa. Morēnu līdzenumi un pauguraines aizņem vairāk nekā pusi Latvijas teritorijas. Rupjo ieslēgumu (grants un oļu) dēļ morēnu māliem nav rūpnieciskas nozīmes. Šos ieslēgumus gan vajadzības gadījumā varētu atdalīt, bet tas stipri palielinātu mālu pašizmaksu. Šādas nepieciešamības Latvijas apstākļos nav, jo mums ir lielas, praktiski neizsmeļamas kvartāra bezakmens mālu iegulas, kas sastopamas katrā rajonā un nelielās segkārtas dēļ ir viegli izmantojamas. Detalizēti izpētītas 60 atradnes, no kurām pašlaik izmanto 23, ik gadus iegūstot 900 tūkst. m³ mālu ķieģeļu, drenu cauruļu, keramzīta un cementa ražošanai.

Bezakmens māli ir radušies no tiem pašiem ledāja sanesumiem, no kuriem izcēlušies morēnu māli, bet to veidošanā liela loma ir bijusi ledus kušanas straumēm, kas sekmējušas rupjākā un smalkākā materiāla nodalīšanos.

Pēc izcelšanās kvartāra bezakmens mālu iegulas iedala divās lielās grupās:

- 1) ledāja kušanas ūdeņu nosprostu ezeru iegulas;
- 2) senā Baltijas baseina iegulas.

Nelielā apjomā bezakmens māli ir uzkrājušies arī upju palienēs, vecupēs un nogāžu pakājēs.

Ledāja kušanas ūdeņu nosprostu ezeru māli

Izplatība

Ledāja kušanas ūdeņu nosprostu ezeru jeb limnoglačiālo mālu iegulas veidojušās pavisam nesen — tikai pirms 12 000 gadiem, kad ledājs galīgi atkāpās no Latvijas teritorijas. Ledus sāka kust vispirms no reljefa paaugstinājumiem, tāpēc ledāja malas sadalījās vairākās mēlēs, kas aizņēma zemes virsmas zemākās vietas. Lielākās ledāja mēles iestiepās Austrumlatvijas, Viduslatvijas un Ventas-USmas zemienēs. Ledāja mēļu priekšā

uzkrājās milzīgās kušanas ūdeņu masas, izveidojot lielus pieledāja nosprostus ezerus, kuros nogulsnējās kušanas ūdeņu sanestās smilšainās un mālainās duļķes. Kušanas ūdeņu ezeri izveidojās arī augstieņu rajonos, kur tie aizņēma ātrāk nokusušās pauguru virsotnes. Šiem ezeriem no visām pusēm bija ledus krasti. Tos sauc par iekšpusledāja ezeriem.

Kušanas ūdeņu ezeru rašanās un pastāvēšana bija cieši saistīta ar ledāja atkāpšanos. Tā kā ledus kušana Latvijā sākās ar austrumu rajoniem, tad šeit kušanas ūdeņu ezeri izveidojās vispirms. Rietumu rajonos ledus saglabājās ilgāk, un kušanas ūdeņu ezeri radās vēlāk.

Blakus esošos ezerus vienu no otra atdalīja gan reljefa paaugstinājumi, gan vēl neizkusuša ledus masas. Kad tās nokusa, barjeras starp ezeriem zuda, un ūdeņi no baseiniem ar augstāku līmeni daļēji vai pilnīgi noplūda baseinos ar zemāku līmeni. Tādā veidā, piemēram, Polockas baseina ūdeņi noplūda Austrumlatvijas baseinā, no tā savukārt Viduslatvijas baseinā, no kura daļēji pārtecēja Ventas-USmas baseinā. Ielejas, pa kurām noplūda kušanas ūdeņi, pamatā izveidoja mūsu upju tīklu. Šādi izveidotās Gaujas, Abavas un citu upju senlejas dod mums zināmu priekšstatu par milzīgajām kušanas ūdeņu masām, kas pa tām plūdušas.

Tur, kur kādreiz viļņojās ledāja kušanas ūdeņu ezeri, tagad sastopamas bezakmens mālu iegulas. Vislielākie mālu krājumi ir zemieņu rajonos, kur atradās pieledāja ezeri. Iekšpusledāja ezeru iegulas ir daudz mazākas, tomēr arī tajās sastopami visai iespaidīgi mālu krājumi. Galveno ledāja kušanas ūdeņu ezeru mālu iegulu izplatība un pētīto atradņu izvietojums parādīts 17. zīmējumā.

Vecākais no pieledāja kušanas ūdeņu baseiniem, kas iestiepās Latvijas teritorijā, aizņemot gan visai nelielu tās dienvidaustrumu stūri, bija Polockas baseins. Šī ledus ezera nogulumus — līdz 7 m biezu bezakmens mālu slāni — pašlaik izstrādā Balticas atradnē Krāslavas rajonā nelielas ķieģeļnīcas vajadzībām.

Pats lielākais no Latvijas kušanas ūdeņu ezeriem aizņēma visu Austrumlatvijas zemieni. Tas robežojās ziemeļrietumos ar Vidzemes Centrālo augstieni, dienvidaustrumos ar Latgales, bet dienvidrietumos ar Augšzemes augstieni. Šajā ezerā ir izveidojušies bagātīgi



17. zīm. Kvartāra mālu izplātbas laukumi:

1 — lielo piededāja nosprostu ezeru māli; 2 — piededāja ezeru māli, kas izveidojušies lielo baseinu līcos augstieņu rajonos; 3 — piededāja ezeru māli, kas izveidojušies starppauguru ielejās; 4 — iekšpusdējā ezeru māli; 5 — lielo piededāja nosprostu ezeru robežas; 6 — Baltijas ledus ezera krasta līnija; 7 — senlejas un kušanas ūdeņu plūsmas virzieni; 8 — atradnes, ko izmanto šķiegtu un drenu cauruļu ražošanai; 9 — atradnes, ko izmanto cementa rūpniecībā; 10 — atradnes, ko izmanto keramikā ražošanai; 11 — atradnes, ko pašlaik neizmanto; skatīti pie atradņu apzīmējuma atbilst to numuram 4. un 5. tabulā.



18. zīm. Ozolnieku mālu atradne

mālu krājumi, tā teritorijā tagad detalizēti pētītas 12 atradnes, no kurām pašlaik izmanto piecas — Praulienas (Madonas), Krustpils, Līvānu, Nīcgales un Kalkūnes.

Liels mālu izplatības laukums atrodas bijušā Viduslatvijas kušanas ūdeņu ezera vietā, kas klāja visu Zemgales lidozumu no Rīgas jūras līča līdz Lietuvai. Šeit izgulsnēti vairāki miljardi kubikmetru mālu, to biežums centrālajā daļā Jelgavas apkārtnē ir 8—9 m. Jelgavas apkārtnē jau kopš seniem laikiem izveidojies liels ķieģelrūpniecības centrs, kas savu nozīmi saglabājis līdz pat mūsu dienām. Šeit atrodas 7 lielas detalizēti pētītas atradnes un darbojas vairākas ķieģelrūpniecības. Ozolnieku atradnes mālus (18. zīm.) izstrādā Rīgas cementa fabrika.

Lieli mālu krājumi izveidojušies arī Ventas-USmas baseinā, kas pa tagadējo Ventas ieleju stiepās no Latvijas dienvidu robežas līdz pat Kurzemes ziemeļiem. Arī šeit atrodas vairākas detalizēti pētītas atradnes — Kaltiķi, Padure, Usma, Ugāle. Divās pēdējās atradnēs ir vistreknākie māli Latvijā.

Pieledāju baseinu mālu iegulas atrastas arī Vidusgaujas ieplakā, Tebras un Bārtas upju baseinos. Pieledāju ezeru nogulumu zināmi ne vien zemieņu, bet arī

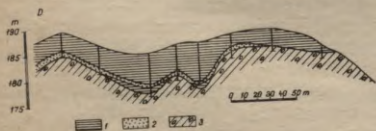
augstieņu rajonos, kur tie izveidojušies vai nu seno upju ieleju atzarojumos un ledāja izgrauztās vagās (Saldus un Priekules apkārtnē), vai arī starppauguru ieplakās (Pilskalnes, Stilmju, Lielauces atradnes).

Iekšpusledāja baseinu mālu iegulas izplatītas Vidzemes Centrālās, Alūksnes un Latgales augstieņu teritorijā. Kurzemes augstieņu rajonā šā tipa nogulumi sastopami retāk. Tā kā iekšpusledāja ezeri aizņēma galvenokārt ātrāk nokusušās pauguru virsotnes, to nogulumi tagad pārklāj pašas augstākās reljefa vietas, izķīlējoties pauguru nogāzēs, tāpēc tos sauc arī par segmāliem.

Iekšpusledāja ezeru iegulās sastopami vislielākie bezakmens mālu biežumi. Tā mūsu augstāko virsotni Gaižiņkalnu sedz līdz 28 m bieza bezakmens mālu kārtā, bet pētītajā Tumužu atradnē Rēzeknes tuvumā konstatēts 22,5 m biezs māla slānis.

Saguluma apstākļi

Ledāja kušanas ūdeņu ezeru mālu iegulu uzbūvē ir daudz kopēja. Māls uzguļ uz pēdējā apledošanas morēnas izskalotas virsmas. Derīgā slāņa biezums mainās atkarībā no morēnas reljefa. Morēnas virsmas padziļinājumos mālu slānis ir biežāks, bet pacēlumos — plānāks. Ja morēnas virsmas nelīdzenumi nelieli, kā tas, piemēram, bijis lielajos pieledāja baseinos un starppauguru ieplaku ezeros, tad bezakmens māli šos nelīdzenumus izlīdzina, un iegulu augšējā virsma ir gandrīz horizontāla. Ja baseinu dibens ir bijis stipri nelīdzens, kā tas novērojams iekšpusledāja ezeros, tad šāda izlīdzināšanās nav notikusi un mālu slāņa virsma atkārtoti morēnas virsmas nelīdzenumus (19. zīm.). Tādējādi šo iegulu virsma sniedz ekspluatācijai nepieciešamās ziņas par mālu slāņa apakšējās virsmas nelīdzenumiem, kas ir svarīgi, lai varētu pilnīgi izstrādāt derīgo slāni, neskarot morēnu, kas ir bagāta ar rupjiem ieslēgumiem.



19. zīm. Kaļūkalna mālu atradnes griezumus:

1 — bezakmens māls; 2 — smilts;
3 — morēna

Baseinu centrālajā daļā māls parasti ir treknāks, bet to krasta tuvumā palielinās smilšaino un putekļaino daļiņu saturs un sastopami arī oļu un akmeņu ieslēgumi. Iekšpusledāja ezeru nogulumos šādas sastāva izmaiņas izteiktas vājāk. Acīm redzot, šo ezeru izmēri bijuši lielāki par pašreizējo mālu izplatības laukumu pauguru virsotnēs, un to piekrastes smilšainie nogulumi, ledus krastiem izkūstot, ir noskaloti.

Mālus pārsedz smalkgraudaina smilts (Jelgavas apkārtnes atradnes, Balticas atradne Krāslavas rajonā), kūdra (Rolavas atradne Liepājas rajonā), bet māls bieži sastopams arī tieši zem augsnes kārtas.

Bieži un izturēti slāņi, neliela segkārtā, nelielas sastāva un īpašību izmaiņas — tas viss rada labus apstākļus ledāja kušanas ūdeņu baseinu mālu plašai izmantošanai.

Zemienēs izgulsnēto mālu ieguvi zināmā mērā apgrūtina augstais gruntsūdens līmenis, kas prasa plaša mēroga meliorācijas darbus, lai sagatavotu atradni izmantošanai.

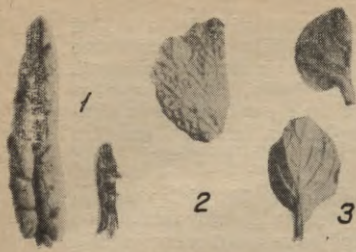
Veidošanās apstākļi

Atsegumi mālu karjeros ļauj sīki izpētīt ledāja kušanas ūdeņu ezeru nogulumus un iegūt vērtīgas ziņas par apstākļiem, kādi valdījuši ledāja atkāpšanās laikā.

Par tiem liecina, piemēram, kopā ar māliem un smiltīm iegulsnētās tā laika augu atliekas. Pēc V. Stelles datiem, te atrodamas polārā bērza (*Betula nana*), polārā kārkla un driādes (*Dryas octopetala*) lapas (20. zīm.), kā arī dažu citu tagad ļoti reti sastopamu vai pilnīgi izmirušu augu atliekas, sporas un putekšņi, kuru klātbūtne rāda, ka šo nogulumu uzkrāšanās laikā Latvijā valdījis bargs arktisks klimats.

Ipatnēja ledāja kušanas ūdeņu ezeru nogulumu iezīme ir ritmisks slāņojums, ko veido mālainu un smilšaini putekļainu kārtiņu mija. Šādi slāņotus mālus sauc arī par slokšņu māliem. To izveidošanās ir saistīta ar ledus nevienmērīgo kušanu atkarībā no gadalaika.

Vasarā, ledājam intensīvi kūstot, ezeros ieplūda ļoti daudz smilšaini mālaino duļķi saturošo kušanas ūdeņu. Sajā laikā nosēdās galvenokārt rupjākās smilšainās un



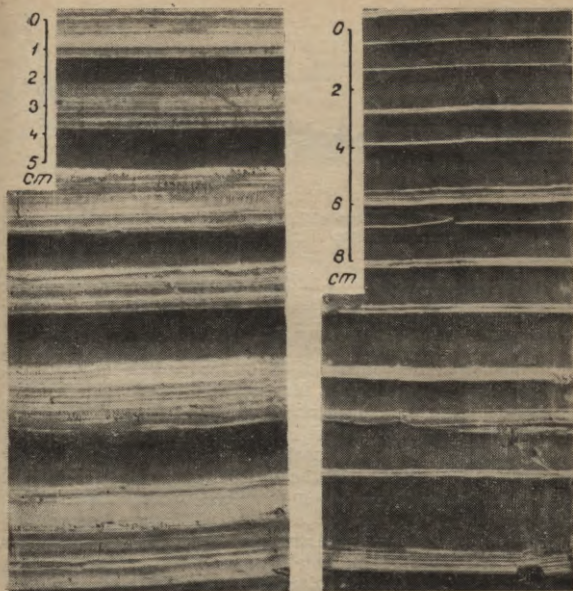
20. zīm. Kvartāra mālos sastopamās augu atliekas:
 1 — driāde (*Dryas octopetala*);
 2 — polārais bērzs (*Betula nana*);
 3 — polārais kārklis (*Salix polaris*)

putekļainās daļiņas, bet mālainais materiāls palika uzduļķotā veidā, jo tā nogulsšanās aizkavēja gan pastāvīgās kušanas ūdeņu straumes, gan ezeru vilņošanās, kuras ietekme bija jūtama ievērojamā dziļumā.

Ziemā, kad ezeri aizsala un svaiga materiāla pieplūdums bija niecīgs vai pat pavisam izbeidzās, mierīgos apstākļos varēja nosēties arī vissmalkākās mālainās duļķes, kas šokolādes brūna slāniša veidā pārklāja vasarā nosēdušos gaišāko smilšaini putekļaino slāni. Tā radās viena gada laikā izveidota sloksne (varve) ar smilšaini putekļaino vasaras slāni apakšējā un mālaino ziemas slāni augšējā daļā (21. zīm.). Vasaras un ziemas slāniši sloksnē atšķiras ne vien ar materiāla rupjumu un krāsu, bet arī ar biezumu.

Kušanas ūdeņu ezeru nogulumu ir veidojušies, ledājam pakāpeniski atkāpjoties, tāpēc noteiktā griezumā mālu slāņa apakšējā daļa ir izgulsnējusies tuvāk ledāja malai nekā tā augšējā daļa. Jo tālāk kušanas ūdeņu straumes aizplūda no ledāja malas, jo vājākas tās kļuva. Tās gan spēja uzturēt uzduļķotas un izkliedēt pa visu baseinu niecīgās un vieglās mālainās daļiņas, bet nespēja novērst smagāko smilšaino un daļēji arī putekļaino daļiņu nosēšanos ledāja malas tuvumā. Tāpēc sloksņu mālos tagad redzam biezus vasaras slānišus griezuma apakšējā daļā, bet uz augšu tie kļūst arvien plānāki un plānāki, kamēr ziemas slānišu biezums paliek gandrīz nemainīgs vai arī samazinās, bet daudz mazākā mērā.

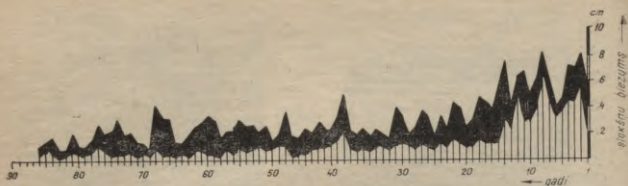
Uz gadskārtu skaitīšanu sloksņu mālos pamatojas vecākā kvartāra nogulumu absolūtā vecuma noteikšanas metode, kuru izstrādājis zviedru ģeologs de Gērs. Tāpat kā gadskārtas koksne, sloksnes maina savu biezumu at-



21. zīm. Slokšņu māli:

a — Balticas atradnē (gaišajos vasaras slānišos redzami diennakts cikli); *b* — Ugāles atradnē

karībā no klimata izmaiņām. Attēlojot šīs slokšņu biezuma izmaiņas pa gadiem grafiski, iegūstam zāģveida zīmējumu ar īsākiem un garākiem zobiem, t. s. varvogrammu (22. zīm.). Tā kā klimata izmaiņas bijušas vienādas lielā rajonā, tad arī visai plašā teritorijā vienādām jābūt slokšņu biezuma izmaiņām. Tādējādi ar varvogrammu palīdzību iespējams sasaistīt vienotā sistēmā slokšņu mālus kā viena atsevišķa baseina robežās, tā arī ar citiem tuvākajiem baseiniem. Lietojot šo metodi un secīgi pārejot no viena baseina uz otru, de Gēram Zviedrijā, M. Sauramo Somijā un K. Markovam Ļeņingradas



22. zīm. Krustpils atradnes slokšņu māla varvogramma (neaizpildītā daļa vasaras slāniši, aizpildītā — ziemas)

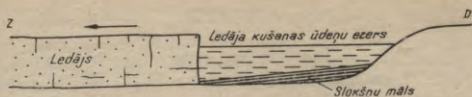
apkārtņē izdevās ledus laikmeta beigu posma un pēcle-
dus laikmeta vēsturi visai precīzi datēt gados. Pārbaudot
gadskārtu skaitīšanā iegūtos rezultātus ar vēlāk
izstrādāto radioaktīvā oglekļa (C_{14}) absolūtā vecuma
noteikšanas metodi, izrādījās, ka tie ir pietiekami precīzi.

Pirmos mēģinājumus izmantot de Gēra ģeohronolo-
ģisko metodi Latvijas slokšņu mālu pētīšanai 1925. gadā
Jelgavas apkārtņē izdarījis somu zinātnieks Mati Sau-
ramo. Viņš nonāca pie secinājuma, ka šie nogulumi nav
piemēroti absolūtā vecuma datēšanai, jo nelielā slokšņu
skaita dēļ tās nav saistāmas ar citiem baseiniem.

Tas apstiprinājies arī jaunākos pētījumos, kas parādī-
juši, ka Jelgavas apkārtnes slokšņu māli veidojušies
visai īsā laika posmā. Slokšņu māli šeit ir apmēram $\frac{3}{4}$
no kopējā mālu slāņu biezuma, bet tajos maksimāli sa-
skaitītas tikai 44 gada sloksnes. Lielāks slokšņu skaits
(līdz 70) konstatēts Ventas-Usmas baseina nogulumos
Ugāles atradnē un Polockas baseina mālos Balticas
atradnē, kur saskaitītas 384 sloksnes. Tomēr arī šo
atradņu mālus nevar izmantot ģeohronoloģiskajiem no-
lūkiem, jo tuvumā nav citu atsegtu slokšņu mālu grie-
zumu.

Slokšņu mālu pētījumi ļauj risināt arī dažus citus
interesantus kvartārģeoloģijas jautājumus, piemēram,
noteikt ledāja atkāpšanās ātrumu un virzienu. Tādi pē-
tījumi ir izdarīti Jelgavas apkārtņē Viduslatvijas baseina
slokšņu mālos, kas labi atsegti vairākos karjeros (Pro-
gress, Sarkanais māls, Spartaks, Ozolnieki).

Baseina dienvidu daļā ledus nokusa vispirms, tāpēc
šeit arī agrāk sāka izgulsnēties slokšņu māli. Ledāja
malai pamazām atkāpjoties, tai pa pēdām sekoja kuša-



23. zīm. Ledāja atkāpšanās un slokšņu māla kārniņveida saguluma veidošanās shēma

nas ūdeņu baseins, un mālu sloksnes uzgulsnējās citā citai līdzīgi kārniņiem (23. zīm.). Karjeros, kas atrodas vairāk uz dienvidiem (Progress, Sarkanais māls), ir tik daudz slokšņu vairāk nekā tālāk uz ziemeļiem sastopamajos karjeros (Ozolnieki, Spartaks), cik daudz gadu agrāk šo karjeru apkārtnē atbrīvojušies no ledus segas. Progresā māla atradnē ir par 5 sloksnēm vairāk nekā Ozolnieku un Spartaka atradnēs, kas atrodas 5 km attālumā uz ziemeļiem. Tātad šis ledāja mēles atkāpšanās ātrums ir bijis visai liels — apmēram 1 km gadā. Atkāpšanās virziens šai posmā bija perpendikulārs linijai, kas savieno Ozolnieku un Spartaka karjeros, tātad tuvs meridionālam. Jāatzīmē, ka de Gērs, gan bez tiešiem pierādījumiem, uzskatīja, ka ledājs Baltijas teritoriju atstāja ar ātrumu 100—200 m gadā.

Reizēm mālu iegulu apakšējā daļā, kas veidojusies tuvāk ledāja malai, slokšņu vasaras slānišos redzami diennakts cikli, ko veido puteklaināku, nedaudz gaišāku un mālaināku tumšāku kārtiņu mija, kuru biezums nepārsniedz 1—2 mm. Varakļānu (Šķēļu) iegulā vasaras slānišos saskaitāmi no 36 līdz 54 šādi cikli. Tie konstatēti arī Baltijas atradnē Krāslavas rajonā, kur dažu slokšņu vasaras slāniši daudzo sīko diennakts ciklu dēļ atgādina grāmatu ar biežām lapām. Sevišķi liela šī līdzība ir sausā mālā, kur atsevišķās kārtiņas viegli atdalāmas viena no otras, atgādinot lapu šķirstīšanu grāmatā.

Pēc igauņu ģeologa E. Pirrusa datiem, sloksnes ar diennakts cikliem vasaras slānišos var izveidoties 0,5—5 km attālumā no ledāja malas. Tālāk dienas un nakts kušanas intensitātes atšķirības izlīdzinās, un diennakts cikli nerodas. Tuvāk ledāja malai savukārt to veidošanos traucē pārāk spēcīgas kušanas ūdeņu straumes.

Senā Baltijas baseina nogulumi

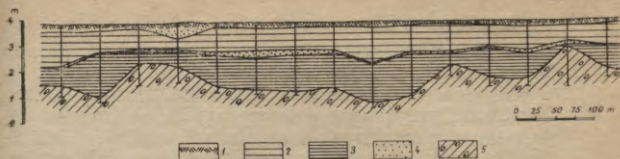
Ar seno Baltijas baseinu saistītās mālu iegulas izplatītas joslā starp mūsdienu jūras krastu un Baltijas ledus ezera krasta līniju. Baltijas ledus ezers radās pēc ledāja pilnīgas atkāpšanās no Baltijas teritorijas, kad tajā saplūda visu vietējo nosprostu ezeru ūdeņi. Baltijas ledus ezers Latvijas teritorijā veidoja divus lielus ličus, kas iesniedzās tālu mūsdienu sauszemē. Viens no šiem ličiem bija tagadējā Rīgas jūras liča turpinājums un sniedzās apmēram līdz Jelgavai, otrs — Rietumkurzemes līcis — atradās starp Ventspils un Sārnaves platumiem un austrumu virzienā sniedzās līdz pat Usmas ezeram.

Samērā dziļi mūsdienu sauszemē iesniedzās arī vēlākas Baltijas baseina stadijas — Litorīnas jūras ūdeņi, tomēr tie klāja daudz mazāku platību nekā Baltijas ledus ezers. Vistālāk, skaitot no mūsdienu krasta, Litorīnas jūras ūdeņi iestiepās Ventspils apkārtnē (līdz 17 km) un dienvidos no Liepājas (13 km).

Šo Baltijas baseina agrīno stadiju nogulumi ir pārstāvēti galvenokārt ar smilšainiem un putekļainiem iežiem, tomēr atsevišķi nelieli laukumi sastāv arī no putekļainiem māliem. Baltijas ledus ezera veidojumi ir Viduslatvijas nosprostu ezera mālus pārsedzošās smalkgraudainās smiltis Jelgavas apkārtnes atradnēs. Šajās smiltīs atrastas bagātīgas arktiska klimata augu atliekas, kuru absolūtais vecums, pēc V. Stelles datiem, ir 10 400—10 800 gadu, un ziemeļbriežu (*Rongifer tarandus L.*) skelets.

Ievērojamākā no senā Baltijas baseina mālu iegulām ir Kalnciema atradne, kas atrodas pie Lielupes starp Kalnciemu un Valgundi. Putekļainie Baltijas baseina māli šeit veido atradnes derīgā slāņa augšējo līdz 4,5 m biezo daļu, bet apakšējā daļā iegul treknāki jau minētā Viduslatvijas kušanas ūdeņu ezera slokšņu (24. zīm.) māli.

Kalnciema putekļaino mālu iegulā, it sevišķi tās augšējā daļā, ir daudz organisko vielu, kas sastopamas gan sīki izkliedētā veidā, gan arī kā vāji sadalījušās augu makroatliekas. Bieži atrodamas arī saldūdens gliemeņu (*Anodonta*) čaulas. Kalnciema mālu iegulas lielāko daļu pārsedz kūdras kārtā, bet pārējā teritorijā segkārtā sastāv no mālaines un putekļainas smilts.



24. zīm. Kalnciema mālu atradnes griezum (E. Rinkas dati):

1 — augsnes kārtā; 2 — Baltijas ledus ezera puteklains māls; 3 — ledāja kušanas ūdeņu sprostezera māls; 4 — smilts; 5 — morēna

Kalnciema atradnei līdzīgu senā Baltijas baseina (domājams, Litorīnas jūras) mālu izplatības laukumi zināmi arī Ventas lejtsecē, kur atrodas izpētīta atradne «Mauri». Tās mālu slāņa vidējais biežums ir apmēram 3 m. Šīs atradnes mālos tāpat sastopami lieli daudzumi organisko vielu, bet putekļaino daļiņu saturs šeit ir daudz mazāks, un māli ir ievērojami treknāki.

Baltijas baseina mālaino nogulumu izplatības laukumi atrodas arī uz dienvidiem no Liepājas ezera Bārtas un tās pietekas Toseles lejtsecēs. Šeit mālu slāņa biežums nepārsniedz 1,5 m. Arī šie māli ir treknāki nekā Kalnciema atradnē. Līdzīgi pārējām senā Baltijas baseina mālu iegulām tie satur daudz organisko vielu.

Kvartāra mālu sastāvs

Noteicošā loma kvartāra nogulumu, arī bezakmens mālu sastāva veidošanā bija tiem iežiem, pa kuriem pārvietojās ledājs, ko ledājs noārdīja, drupināja, berza un pārnese lielos attālumos.

Ledāji, kas radijuši Latvijas kvartāra nogulumus, šķērsoja savā ceļā visdažādākā sastāva iežus — gan Skandināvijas kristāliskā pamatklintāja granītus un granodiorītus, gan kembrija un devona smilšaini mālainos nogulumus, gan ordovika, silūra un devona karbonātikos iežus, gan jaunāku sistēmu veidojumus. Ledāji uzvirzījās un atkāpās vairākkārt, tāpēc katrs nākamais ledājs lielā mērā noārdīja un pārgulsnēja iepriekšējo apledojuumu nogulumus. Visa tā rezultātā kvartāra segas materiāls ir labi sajaukts un samaisīts.

Liela nozīme sastāva veidošanā bijusi arī ledāja atnestā materiāla izgulsnēšanai un šķirošanai pēc graudu lieluma un svara kušanas ūdeņu straumēs un ezeros.

Kvartāra bezakmens māli sastāv galvenokārt no mālainām un puteklainām daļiņām, smilšaino frakciju saturs tajos parasti ir visai neliels (4. tabula). Lielākie smilšu daudzumi sastopami mālos, kas nogulsņējušies kušanas ūdeņu ezeru seklākajās vietās, pirmkārt jau to piekrastes tuvumā, kur pastāvīgā ūdens viļņošanās aizkavēja mālaino daļiņu nosēšanos. To mēs redzam, piemēram, Balticas (Polockas baseins), Birzgales (Viduslatvijas baseins), Kalkūnes (Austrumlatvijas baseins), Valkas (Vidusgaujas baseins) u. c. atradnēs, kur smilts daudzums pārsniedz 10%.

Vistreknāko mālu iegulas sastopamas Kurzemes ziemeļdaļā, kur atrodas detalizēti pētītās atradnes Ugāle, Usma, Prometejs, Priežkalne. Mālainās frakcijas (daļiņu $\phi < 0,005$ mm) saturs šeit ir lielāks par 70%. Tik treknu mālu izmantošana parastākajiem būvkeramikas izstrādājumiem, ķieģeļiem un drenu caurulēm var būt saistīta ar lielām grūtībām, jo ne vienmēr tuvumā atrodas mālu liesināšanai piemērotas smilts iegulas.

Vienas un tās pašas iegulas ietvaros vairāk smilšu ir mālu slāņa apakšējā daļā, kas izveidojusies tuvāk ledāja malai, kur izgulsnējās rupjākais materiāls. Nereti šeit sastopama ne vien smilts, bet arī smalkas grants graudi. Gada sloksnēs šis rupjākais materiāls novērojams vasaras slāņu vidusdaļā, un tā parādīšanās, acīm redzot, atbilst pašām siltākajām vasaras dienām, kad ledus kusi sevišķi spēcīgi un ezeros ieplūduši vislielākie kušanas ūdeņu daudzumi. Rupjo materiālu saturošās sloksnes parasti ir sevišķi biezas. Tā, piemēram, Balticas atradnē šādu sloksņu biezums pārsniedz 20 cm, bet blakus esošās normālās sloksnes bez rupjā materiāla ieslēgumiem ir tikai 3—4 cm biezas.

Rupjie ieslēgumi dažreiz sastopami arī citās slāņa daļās, tomēr to daudzums parasti nav liels. Retie kristālisko un nogulumiežu oliši, ko atnesuši atsevišķi no ledāja atrāvušies peldoši ledus gabali, augu makroatliekas, ko redzam Priekules atradnē, vai arī Saldus atradnē sastopamās gliemežnīcu čaulas sastāda niecīgu procentu no kopējās mālu masas un nespēj būtiski ietekmēt tās kvalitāti. Citādi ir ar karbonātu konkrēcijām,

Kvartāra mālu sastāvs

Nr. d. k.	Atradne	Rajons	Granulometriskais sastāvs, %			Ķīmiskais sastāvs, %				
			<0,005 mm	0,005— —0,05 mm	>0,05 mm	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Amula	Tukuma	63,8	29,3	6,9	46,87	13,76	6,93	10,01	4,16
2.	Baltica II	Krāslavas	51,9	28,6	19,5	57,00	14,02	8,09	4,02	3,26
3.	Barkava	Madonas	75,0	22,5	2,5	50,26	15,64	6,23	7,85	3,42
4.	Birzgale	Ogres	44,0	38,6	17,4	53,59	12,08	6,58	7,64	4,60
5.	Brocēni	Saidus	46,6	48,2	5,2	51,46	12,07	5,95	9,39	5,24
6.	Burtnieki	Valmieras	53,2	42,0	4,8	50,96	15,09	7,14	7,24	4,46
7.	Ciecere	Saidus	43,9	48,4	7,8	50,65	13,11	4,89	9,49	4,30
8.	Dravnieki	Madonas	61,9	32,9	5,2	51,68	11,68	6,56	9,92	3,15
9.	Gardene	Dobeles	53,0	40,0	7,0	52,56	10,99	4,94	9,34	4,62
10.	Kalkūne	Daugavpils	42,0	46,5	11,5	56,80	12,88	6,36	7,99	3,04
11.	Kalkūkalns	Madonas	59,0	35,4	5,6	48,25	12,20	7,82	9,67	4,54
12.	Kalniems	Jelgavas	22,8	63,5	13,7	55,82	11,79	3,60	7,00	4,96
	a) Baltijas ledus ezera māls									
	b) kušanas ūdeņu sprost- ezera māls		48,2	41,9	9,9	51,36	13,98	6,38	7,34	3,53

4. tabulas turpinājums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13.	Kaltiķi	Kuldīgas	63,1	26,2	10,7	46,21	13,74	6,15	10,54	4,78
14.	Kārņiņi	Jelgavas	58,1	36,3	5,6	50,68	14,07	5,56	9,12	3,90
15.	Kārsava	Ludzas	42,3	52,4	5,3	53,90	13,77	5,43	7,76	2,72
16.	Kazukrogs	Jēkabpils	65,5	30,4	4,1	47,05	14,37	5,91	9,47	4,38
17.	Krustpils	Jēkabpils	69,2	27,2	3,6	49,57	15,11	6,46	8,62	3,31
18.	Lauzinieki	Rezeknes	52,8	37,4	9,8	54,89	14,17	6,38	7,25	3,15
19.	Lazdas	Rezeknes	70,1	27,0	2,8	50,91	15,98	6,67	7,67	3,31
20.	Laža	Liepājas	76,3	17,9	5,8	49,39	16,60	9,30	5,72	4,25
21.	Lielauce	Dobeles	50,0	39,8	10,2	47,14	12,55	5,60	11,37	4,87
22.	Livāni	Preiļu	59,4	32,6	7,8	50,19	14,22	6,91	8,15	2,95
23.	Madona (Prauliena)	Madonas	65,1	29,2	5,7	50,73	14,90	6,48	8,67	3,93
24.	Mākalne	Stučkas	40,6	52,8	6,6	51,25	11,12	5,12	10,49	4,24
25.	Mariampole	Krāslavas	51,3	42,0	6,7	51,36	13,01	5,24	9,61	4,07
26.	Mauri	Ventspils	76,5	18,36	5,1	49,42	16,16	7,53	7,92	3,99
27.	Mežotne	Bauskas	49,5	46,7	3,8	51,09	12,92	5,62	9,59	3,70
28.	Nīcrale	Daugavpils	63,8	32,1	4,1	53,80	16,63	6,63	6,57	3,17
29.	Ozolnieki	Jelgavas	65,4	Nav noteikts		49,60	13,90	6,48	8,99	4,01
30.	Padure	Kuldīgas	59,64	23,22	17,1	50,81	13,79	5,80	8,62	3,94
31.	Pilskalne	Jēkabpils	47,2	41,2	11,6	51,47	10,12	5,68	9,96	4,20
32.	Priekule	Liepājas	59,8	34,8	5,4	54,56	13,51	3,95	9,19	3,46
33.	Priežkalne	Talsu	79,2	17,2	3,6	47,85	16,31	6,91	7,34	4,46
34.	Progress	Jelgavas	60,9	35,1	4,0	50,53	14,17	6,33	8,48	4,10
35.	Prometejs	Talsu	84,9	13,3	1,8	47,77	15,58	10,48	5,70	3,92
36.	Razrivka	Preiļu	65,6	26,7	7,7	57,68	12,77	7,73	5,27	2,56
37.	Reiķi	Ludzas	72,9	23,9	3,2	52,28	16,02	8,04	5,99	3,09

38.	Rēzina	33,4	9,4	51,50	13,42	8,53	7,01	4,27
39.	Rolava	42,4	15,2	51,54	14,11	5,36	5,50	5,16
40.	Rostba	65,6	2,2	50,16	13,93	5,69	9,49	3,86
41.	Saldus	45,2	5,1	50,65	13,11	4,89	9,48	4,30
42.	Samīņi	64,3	8,7	53,86	13,79	7,83	7,42	2,89
43.	Sarkanais māls	57,2	Nav noteikts	49,59	15,60	6,56	8,78	3,38
44.	Seda	27,0	22,0	61,30	Nav noteikts	2,90	2,90	1,83
45.	Skastenieteki	65,6	11,6	51,72	15,32	8,08	6,32	3,35
46.	Smārde	49,5	15,8	Nav noteikts	Nav noteikts	6,97	8,89	4,60
47.	Spartaks	64,2	4,3	49,48	13,27	6,40	7,93	5,44
48.	Stilmīji	65,9	8,3	48,58	13,52	6,84	11,36	5,55
49.	Slūcieteki	46,0	8,5	46,80	10,08	4,99	9,57	4,13
50.	Tome	36,4	10,2	51,59	13,40	6,35	9,80	4,18
51.	Trapene	70,2	6,3	48,66	13,31	4,91	8,29	3,23
52.	Tumuži	40,6	18,9	57,11	11,35	5,88	8,08	3,92
53.	Tušķi — Bemberi	55,6	7,0	51,05	15,24	7,14	7,56	5,02
54.	Ugale	88,7	1,6	46,00	17,65	6,55	9,13	5,60
55.	Usma	69,5	8,2	46,32	13,83	6,54	7,31	3,17
56.	Valka	52,9	13,3	53,86	13,34	6,10	5,24	2,80
57.	Varakļāni (Sķētes)	46,2	7,5	59,34	13,71	6,67	9,74	5,01
58.	Vējava	67,1	6,9	45,95	13,43	5,77	8,73	3,09
59.	Vīļāni	44,4	8,8	55,30	12,00			

kas nereti atrodamas mālu slāņu augšējā daļā 0,5—1,5 m dziļumā. Konkrēcijas visumā nav lielas, to diametrs ir tikai apmēram 1 cm, tomēr atsevišķos gadījumos tās var būt 2—4 cm diametrā un pat vēl lielākas. Nereti konkrēcijas sastopamas veselām grupām, galvenokārt tas novērojams ap atmirušām augu saknēm. Slokšņu mālos reizēm konkrēcijas atrodamas vasaras slānīšos divainas formas cietu ķermeņu veidā (25. zīm.).

Atradņu izpētes darbos noskaidrojies, ka konkrēciju daudzums tajā griezumā daļā, kur tās visvairāk sastopamas, nepārsniedz 0,02—0,1%, tomēr pat šie niecīgie daudzumi ļoti nelabvēlīgi ietekmē mālu kvalitāti. Apdedzinot mālus, konkrēcijas izdeg par kaļķiem, kas vēlāk var veldzēties, stipri pieaugot tilpumā un saārdot izstrādājumu. Tāpēc, lietojot konkrēcijas saturošus mālus, masa jāsaģatavo ļoti rūpīgi, lai konkrēcijas tiktu pilnīgi sasmalcinātas un vienmēri iejauktas keramiskajā masā.

Katras atradnes teritorijā mālu granulometriskais sastāvs visumā ir diezgan pastāvīgs. Zināmas izmaiņas, protams, ir novērojamas, bet tās ir ļoti pakāpeniskas un, zinot atradnes uzbūvi, diezgan viegli paredzamas. Tā, piemēram, var izsekot, kā pakāpeniski palielinās mālu treknums slāņkopas augšējā daļā salīdzinājumā ar tās apakšējo daļu. Šīs izmaiņas ir saistītas ar pakāpenisku ledāja atvirzīšanos un kušanas ūdeņu straumju spēka samazināšanos, kas atbilstoši samazina pārnesto daļiņu lielumu. Tas galvenokārt novērojams pieledāja ezeru nogulumos.

Baseinos ar ļoti nelīdzenu dibenu, piemēram, Saldus atradnē, Kaļļukalna atradnē Ērgļu apkārtņē, Gaiziņkalnu sedzošajā mālu iegulā, redzam, ka padziļinājumos nogulsņējies treknāks māls nekā pacēlumos. Domājams, ka šeit pacēlumi lielā mērā bremsējuši zemūdens straumes, kas nesa uzduļķoto materiālu, sekmējot rupjāko daļiņu nosēšanos.

Smilšaino un puteklaino frakciju satura pieaugums ledus ezeru piekrastes tuvumā salīdzinājumā ar to centrālo daļu granulometriskā sastāva izmaiņas noteiktas atradnes teritorijā parasti ietekmē maz, jo pētītā atradne gandrīz vienmēr ir tikai niecīga daļa no kādas daudz lielākas iegulas. Šīm izmaiņām būtiska nozīme ir

tikai tad, ja atradne aptver visu iegulu. Tādas ir lielās Pilskalnes, Mariampoles u. c. atradnes.

Galvenā kvartāra mālu pašas mālvielas sastāvdaļa ir hidrovizlas, kas satur apmēram 20% kaolinīta piemaisījumu. Putekļaino daļiņu sastāvā apmēram puse ir karbonātu — kalcīta un dolomīta — graudu, bet otra puse sastāv no kvarca un laukšpatu graudiem un vizlas plāksnītēm. Galvenais smilšainās frakcijas minerāls ir kvarcs, kura daudzums ir apmēram 75%, bez tam šī frakcija satur apmēram 15% laukšpata un 5% vizlas. Karbonātu graudu šeit maz — apmēram 3%, bet vēl mazākā daudzumā sastopami smagie minerāli — ilmenīts, magnetīts, limonīts, amfiboli, piroksēni, granāts, cirkons u. c.

Cieši saistīts ar mālu mineralogisko un granulometrisko sastāvu ir to ķīmiskais sastāvs (4. tabula). Tā, piemēram, treknākajos mālos ir augstāks alumīnija, dzelzs un sārņu metālu oksīdu saturs, bet mazāks SiO_2 nekā liesākajos mālos. Mālos ar augstāku karbonātu saturu savukārt ir vairāk kalcija un magnija oksīdu un mazāk pārējo komponentu.

Pēc ķīmiskā sastāva mūsu kvartāra māli pieskaitāmi skābo un pusskābo mālu grupai ar augstu krāsojošo vielu (dzelzs oksīdu un titāna oksīdu) saturu.

Krāsojošo oksīdu sadalījuma ziņā kvartāra māli diezgan būtiski atšķiras no devona māliem, lai gan to daudzumi kā vienos, tā arī otros ir apmēram vienādi.

Devona mālos dzelzs savienojumi sastopami galvenokārt kā oksīdu un hidroksīdu plēvītes uz graudu virsmas, bet daudz mazākā mērā dzelzs joni ieiet mālu minerālu kristāliskajā režģī. Kvartāra mālos ir tieši otrādi — lielākā daļa dzelzs ieiet mālu minerālu kristāliskajā režģī, bet brīvu oksīdu un hidroksīdu šeit ir maz. Šāds dzelzs savienojumu sadalījums uzskatāmi atspoguļojas mālu krāsā. Līdzās koši sārtajiem devona māliem kvartāra māli ar savu netīro pelēkbrūno krāsu liekas pavisam neizskatīgi. Starpība saglabājas arī apdedzinātu izstrādājumu krāsojuma ziņā. Salīdzinājumā ar košajiem sarkanajiem devona mālu ķieģeļiem vai drenu caurulēm šie paši izstrādājumi no kvartāra māliem ir daudz bālāki, bieži pat plankumaini. Viens no plankumainības iemesliem ir tas, ka masa netiek labi samaisīta,

bet liela nozīme ir arī apdedzināšanas apstākļiem, jo izstrādājumu krāsa jūtami mainās atkarībā no apdedzināšanas temperatūras.

Ipatnēja dzeltenīgi zaļgana krāsa ir Kalnciema būvmateriālu kombinātā ražotajiem ķieģeļiem, ko izgatavo no putekļainajiem Baltijas ledus ezera māliem. Tā kā šajos mālos pašas mālvielas un reizē ar to arī dzelzs savienojumu ir mazāk, ķieģeļi ir gaišāki par citu atradņu mālu ķieģeļiem. Kalnciema ķieģeļu krāsu ietekmē arī augstā apdedzināšanas temperatūra (1100°C salīdzinājumā ar pārējiem kvartāra mālu paveidiem parasto temperatūru 950—1000°C), kas nepieciešama nelielā mālainās frakcijas satura dēļ.

Galvenās izmaiņas kvartāra mālu ķīmiski mineralogiskajā sastāvā ir atkarīgas no atšķirībām karbonātu daudzuma ziņā. Visvairāk Latvijā ir izplatīti kvartāra māli, kas satur no 15 līdz 20% karbonātu (kalcīta un dolomīta sīku graudu) piemaisījumu. Vislielākais karbonātu daudzums ir putekļainākajos mālos — Saldus, Brocēnu un Cieceres atradnēs Saldus apkārtnē, Sļūceniņu atradnē Viduslatvijas baseina austrumu daļā, kā arī Kaļļukalna un Vējavas atradnēs Madonas rajonā. Vismazāk karbonātu — zem 12% — ir Latvijas dienvidaustrumu rajonu mālos Balticas, Kalkūnes, Nicgales, Krustpils, Skansteniņu u. c. atradnēs, kā arī Lažas atradnes mālos Aizputes apkārtnē.

Galvenais karbonātu piemaisījuma avots ir ledāja šķērsotie ordovika, silūra un devona karbonātisko iežu izplatības laukumi Igaunijas un Latvijas teritorijā. Sevišķi uzskatāmi tas apstiprinājies igauņu ģeologa E. Pirusa pētījumos. Pēc viņa datiem, pašos Igaunijas ziemeļos, kur zem kvartāra segas iegul kembrija māli, kvartāra mālos karbonātu nav nemaz, bet tie parādās tikai tālāk uz dienvidiem, kur zem kvartāra segas iznāk jau ordovika un silūra karbonātiskie ieži. Pētot Igaunijas un Latvijas karbonātiskos iežus, noskaidrots, ka tie sastāv no sīkiem, 0,005—0,05 mm lieliem kalcīta un dolomīta kristāliņiem. Visai raksturīgi, ka karbonātu graudi kvartāra mālos ir tikpat lieli. Tas arī apstiprina, ka karbonāti kvartāra mālos izveidojušies, sadrūpot senajiem karbonātiežiem.

Izskalotie un pārskalotie māli

Mālu iegulu augšējā kārtā nokrišņu un augsnes veidošanās procesu ietekmē ir stipri izmainījusies un atšķiras no pārējā slāņa gan pēc izskata, gan pēc sastāva. Šīs kārtas māli ir plankumaini, plaisās redzamas zilganpelēkas dzīslīņas un piesmērējumi, daudz rūsganu traipu, nav vairs redzams sākotnējais slāņojums. Sajā kārtā nav kvartāra mālu galveno kaitīgo piemaisījumu — karbonātu minerālu, kas cirkulējošo agresīvo, ogļskābo gāzi un organisko vielu sadalīšanās produktus saturošo ūdeņu ietekmē ir izšķīdināti. Karbonātiskos šķīdumus daļēji izmanto augi, daļēji tie pa augsnes kapilāriem pacelas zemes virspusē un tiek aizskaloti, bet lielākā daļa iesūcas dziļāk mālos, sevišķi pa plaisām un gar augu saknēm. Seit šķīdumi pamazām pārsātinās, un no tiem amorfas masas veidā izgulsnējas karbonāti. Amorfajiem karbonātiem atūdeņojoties un pārkristalizējoties, izveidojas karbonātu konkrēcijas, kas sastopamas māla iegulu augšējā daļā 0,5—2 m dziļumā.

Iegulu virsējās kārtas karbonātus nesaturošos mālus sauc arī par izskalotiem māliem. Izskalotā slāņa biezums parasti ir neliels, apmēram 20—30 cm, bet vietām, īpaši labvēlīgos apstākļos, izveidojušies arī daudz biežāki izskalotie slāņi.

Izskalotās kārtas biezums ir atkarīgs no ļoti daudziem apstākļiem. To lielā mērā nosaka, piemēram, mālu granulometriskais sastāvs. Smilšainos un stipri putekļainos mālos, kur ir labāki apstākļi nokrišņu ūdeņu filtrācijai, izskalotais slānis ir caurmērā par 25—30 cm biežāks nekā ļoti treknos mālos. Liela nozīme ir arī segkārtai. Bieža izskalotā kārtā veidojas ar kūdru pārsegtos mālos. Seit liela nozīme ir skābajiem kūdras sadalīšanās produktiem, kas palielina karbonātu šķīdību. Līdzīgu ietekmi atstāj arī augu saknes. Biežāka izskalotā kārtā novērojama līdzienākās zemes virsmas pacēlumu vietās. Turpretī, ja zemes virsma ir stipri nelīdzena, ar daudziem stāviem pauguriem, tad nokrišņu ūdeņi ātri notek pa to nogāzēm, neiesūcoties dziļi mālos, un bieža izskalotā kārtā nevar veidoties. Šādos apstākļos spēcīgas lietis gāzes un sniega kušanas ūdeņi viegli var noārdīt arī jau izveidojušos izskaloto kārtu.

Visbiežākā izskalotā kārtā izveidojas tur, kur ne visai



25. zim. Karbonātu konkrēcija (Balticas atradne)

biezs mālu slānis (1—2 m) uzguļ apakšzemes ūdeņus nesaturošai smiltij. Šādos apstākļos, kā rāda V. Staprēna aprēķini, tiek nodrošināta spēcīga nokrišņu ūdeņu filtrācija cauri māla slānim, kas izraisa karbonātu izšķīšanu visā slāņa biezumā. Tā bija izveidojies līdz 2 m biezs izskaloto mālu slānis Krustpils atradnes rietumu stūrī (26. zim.). Tagad šis slānis ir jau izstrādāts.

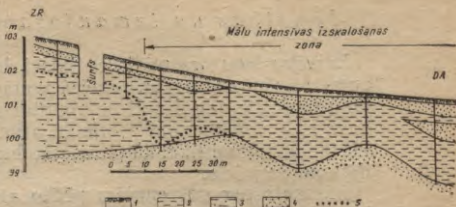
Līdzīgas atradnes varētu būt vairākos mālu izplatības rajonos, kuri atrodas pie lielām upēm — Daugavas, Ventas, Lielupes u. c. Obligāts priekšnoteikums, kā jau norādīts, ir smalkgraudains smilts slānis zem mālu kārtas, kuru drenē upes ieleja.

Izskalotie māli ir vērtīga izejviela augstas kvalitātes keramzīta ražošanai, tomēr nelielo krājumu dēļ tos šim nolūkam neizlieto, bet parasti izstrādā kopā ar pārējo slāni ķieģeļu vai drenu cauruļu ražošanai. Lai apgādātu pat nelielas jaudas keramzīta rūpnīcu ar izskalotā māla krājumiem, būtu jāizstrādā apmēram 5 km² platībā 20—30 cm biezs izskalots slānis.

Viens no ievērojamākajiem Latvijas mālu pētniekiem E. Vītiņš uzskatīja, ka, pareizi organizējot darbu, izskaloto mālu ieguve keramzīta ražošanai tomēr varētu

26. zīm. Krustpils mālu atradnes griezumš: ZR

- 1 — augsnes kārtā;
2 — izskalots nekarbonātisks māls; 3 — karbonātisks māls;
4 — smilts; 5 — izskalo to mālu robeža



atmaksāties. Viņš ierosināja rūpīgi novākt augsnes kārtu, izstrādāt izskalo to mālu slāni un noņemto augsni atkal rūpīgi sabērt atpakaļ izstrādātajā laukumā. Pēc E. Vi tiņa domām, rezultātā celtos arī augsnes auglība, jo zem augsnes guļošā izskalo tā mālu kārtā, kas zaudējusi ne vien karbonātus, bet arī citas augiem nepieciešamās minerālvielas, tiktu aizstāta ar svaigu, neizskalo tu materiālu.

Ipatnējs kvartāra mālu paveids ir nelielu upju ielejās sastopamie pārskalo tie māli. Ieleju nogāzēs tieši zem augsnes kārtas šeit sastopami parastie kvartāra māli, virs kuriem ir samērā plāns izskalo to mālu slānis. Atmo sfēras ūdeņi, noplūstot pa nogāzēm, kas vāji nostiprinā tas ar augu segu, noskalo un nones ielejā virsējās karbo nātus nesaturošās mālainās daļiņas, kuras iegulsnējas terasēs, veidojot līdz 2—3 m biezu slāni. Šie māli ir ļoti bagāti ar organiskām vielām, arī augu makroatliekām, tie nesatur karbonātus. Bieži zem māliem ir sapropeļa un kūdras lēcas un plāni slāņi. Sporu un putekšņu analīze rāda, ka šīs iegulas izveidojušās visai nesen — Atlantis kajā laikmetā. Pēc I. Danilāna domām, šāda tipa mālu iegulas izveidojās tad, kad sāka izcirst mežus, apstrādāt zemi un reizē ar to notika arī intensīvāka augsnes noska lošana.

Ievērojamākā no šāda tipa mālu iegulām labi pazīs tama Ziemeļkurzemē uz austrumiem no Dundagas Kaļķ upītes ielejā līdzās Prometeja mālu atradnei. Mālu krā jumi gan šeit nav pārāk lieli — apmēram 100 000 m³. Līdzīgu iegulu Nicgales apkārtnē nesen atklājis un izpē tījis ģeologs K. Bērziņš. Šeit tiek projektēts nelielas jau das keramzīta oļu cehs, kas izmantos parasto karbonā tisko kvartāra mālu un pārskalo to mālu maisījumu.

Ipašības un izmantošanas iespējas

Latvijas kvartāra māli ir tipiski hidrovislu māli ar augstu kušņu saturu un samērā zemām adsorbcijas spējām, tāpēc tie nav derīgi ne ugunturīgu materiālu ražošanai, ne smalkkeramikā, ne kā attīrītāji un balinātāji. Tie ir izlietojami tikai kā parastāko būvkeramikas izstrādājumu izejviela.

Pārskats par galvenajām pētīto atradņu mālu īpašībām dots 5. tabulā.

Māli visumā ir vidēji plastiski, to plastiskuma skaitlis no 20 līdz 25, tomēr nereti sastopami arī ļoti plastiski mālu paveidi, kādi ir, piemēram, ļoti treknie Kurzemes ziemeļdaļas māli. Izskatot nekarbonātiskie māli ir plastiskāki par līdzīga granulometriskā sastāva karbonātskajiem māliem. Mālu plastiskās īpašības ietekmē arī organiskās vielas. Tieši diezgan augstā organisko vielu satura dēļ samērā plastiski ir ļoti liesie Baltijas ledus ezera māli Kalnciema atradnē, tāpēc tos var veidot ar plastisko paņēmieni.

Treknākie mālu paveidi žāvējot diezgan stipri sarūk, tāpēc noteikti jālieto liesinātāji. Šī iemesla dēļ blakus treknu mālu atradnēm tiek pētītas arī liesināšanai piemērotas smilts atradnes.

Normālā būvkeramikas izstrādājumu apdedzināšanas temperatūra (drumstalas ūdens uzsūce 15%) kvartāra māliem, kaut arī kušņu saturs ir augsts, ir samērā augsta. Tā ir apmēram 1000°C, stipri karbonātskiem un puteklainiem māliem (piemēram, Kalnciemā un Saldus apkārtnes atradnēs) pat 1100°C, turpretī izskalojamiem karbonātus nesaturošajiem māliem — tikai 800°C.

Kvartāra māliem ir zema ugunturība — robežās no 1120 līdz 1230°C, un tie pieskaitāmi viegli kūstošajiem māliem.

Visai nelieli ir klinkerēšanās, saķepšanas un uzpūšanās — deformēšanās temperatūru intervāli, tāpēc kvartāra māli nav piemēroti izejviela izstrādājumiem ar blīvu drumstalu (apdares plāksnēm, klinkera oļiem) un keramzītam. Izņēmums šajā ziņā ir izskalojāmā slāņa nekarbonātiskie māli, kuriem šie intervāli pārsniedz 100°C.

Mālu apdedzināšanas temperatūra un ugunturība lielā mērā atkarīga no karbonātu un mālainās frakcijas satura

Kvartāra mālu keramiskās īpašības

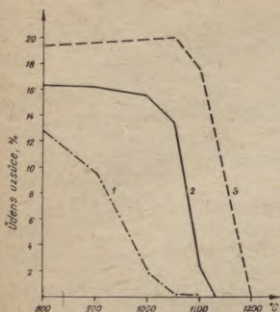
Nr. p. k.	Atradne	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Amula	26,9	22,0	8,0	1014	1093	1123	1126	1160	33	3	34
2.	Baltica II	26,5	22,2	9,2	800	1030	1070	1105	1160	75	35	55
3.	Barkava	21,8	21,1	7,4	934	1066	1086	1124	1170	58	38	46
4.	Birzgale	20,6	21,1	8,0	1066	1108	1118	1135	1160	27	17	25
5.	Brocēni											
6.	Burtnieki	23,5										
7.	Ciecere	14,4	19,9	8,8	1102	1139	1149	1156	1180	14	8	24
8.	Dravnieki	20,4	21,3	8,5	988	1072	1088	1111	1150	39	23	39
9.	Gardene	22,7	18,5	7,3	1070	1132	1137	1150	1175	18	13	15
10.	Kalkūne	24,4	19,9	7,4	964	1079	1095	1107	1165	28	12	58
11.	Kaļļukafns	24,8	21,5	8,0	978	1080	1100	1140	1165	60	40	25
12.	Kalneciems											
	a) Baltijas ledus ezera māls	8,2	24,5	5,6	1150	1166	1177	1187	1187	21	10	0
	b) kušanas ūdeņu nosprostu ezera māls	32,1	22,9	8,8	994	1079	1089	1120	1160	44	31	40
13.	Kaltiķi	27,7	21,5	7,1	1066	1119	1135	1141	1175	22	6	34
14.	Kārņiņi	15,7	20,4	7,7	1059	1114	1136	1135	1160	21	1	26
15.	Kārsava	22,7	19,6	7,7	1008	1079	1092	1131	1175	51	39	44
16.	Kazukrogs	18,1	21,7	8,9	1052	1127	1141	1148	1170	21	7	22

Pētila cementa rūpniecībai, nav noteikts

5. tabulas turpinājums

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
17.	Krustpils	20,4	20,5	6,9	992	1075	1094	1118	1140	43	24	22
18.	Lauzimieki	16,6	21,6	7,7	1055	1085	1094	1124	1160	39	30	36
19.	Lazdas	33,3	23,3	8,9	927	1052	1070	1091	1180	39	21	89
20.	Lāza	33,8	26,6	9,9	926	1025	1048	1102	1140	77	54	38
21.	Lielauce	19,0	20,5	9,2	1054	1136	1138	1171	1195	35	33	24
22.	Līvāni	24,9	22,0	8,2	990	1088	1092	1125	1165	37	33	40
23.	Madona (Prauliena)	22,2	23,1	8,5	1012	1068	1086	1121	1160	53	35	39
24.	Mākalne	15,2	19,6	6,0	1089	1130	1142	1149	1170	19	7	21
25.	Mariampole	19,8	20,6	8,5	1009	1093	1119	1125	1165	32	6	40
26.	Mauri	25,2	21,9	7,8	1001	1081	1101	1117	1150	36	16	33
27.	Mežotne	17,7	19,8	7,0	1072	1101	1110	1134	1165	33	24	31
28.	Nīcgaļe	21,3	22,9	8,0	929	1072	1089	1116	1160	44	27	44
29.	Ozolnieki			Nav noteikts, atradne			pētīta cementa rūpniecībai					
30.	Padure	24,2	21,0	6,8	1010	1086	1109	1125	1160	39	16	45
31.	Pilskalne	14,8	19,1	7,6	1071	1124	1134	1155	1170	31	21	10
32.	Priekule	12,2	21,8	9,6	1004	1082	1105	1127	1165	45	22	23
33.	Priežkalne	28,1	25,5	9,6	981	1067	1086	1109	1150	42	23	41
34.	Progress	21,2	20,7	7,0	1040	1088	1100	1116	1155	28	15	39
35.	Prometejs	36,2	26,8	9,5	966	1035	1059	1084	1160	49	25	76
36.	Razrivka	30,0	24,3	8,6	836	1052	1083	1119	1170	64	35	51
37.	Reiķi	36,7	24,1	8,3	859	1038	1072	1099	1185	61	27	86
38.	Rēzna	28,0	22,2	8,4	927	1056	1076	1115	1150	59	39	35
39.	Rolava	25,8	18,8	7,0	1029	1110	1128	1143	1170	33	15	23
40.	Rosība		22,0						1175			
41.	Saldus	15,0	20,2	9,2	1098	1138	1148	1160	1180	22	12	20
42.	Samiņi	23,6	23,3	9,2	1044	1086	1099	1127	1165	41	28	38

43.	Sarkanais māls	22,6	21,3	7,4	1020	1082	1093	1121	1155	39	28	34
44.	Seda	8,5	22,8	9,4	845	1025	1063	1103	1160	78	40	77
45.	Skastenieki	35,7	20,1	8,3	1084	1133	1144	1155	1175	22	11	20
46.	Smārde	15,5	20,9	7,1	1061	1103	1117	1137	1175	34	20	38
47.	Spārtaks	21,4	23,1	8,7	992	1073	1093	1122	1155	49	29	33
48.	Stilmiji	29,9	19,7	7,0	1108	1136	1145	1152	1185	16	7	33
49.	Slūcentieki	18,1	20,4	8,4	1045	1119	1132	1136	1160	17	4	24
50.	Tome	15,3	23,4	8,7	1030	1090	1102	1124	1165	34	22	41
51.	Trapene	29,5	18,0	8,0	1010	1115	1138	1133	1175	18	5	42
52.	Tumuži	15,4	21,4	8,4	1027	1089	1102	1123	1160	34	21	37
53.	Tušķi-Bemberi	16,9	26,2	8,6	995	1051	1080	1122	1150	71	42	38
54.	Ugāle	30,6	22,1	7,8	1038	1094	1108	1125	1160	31	17	35
55.	Usma	23,0	21,7	6,7	1048	1086	1100	1122	1155	36	22	33
56.	Valka	22,7	20,4	7,2	975	1065	1089	1123	1165	58	34	42
57.	Varakļāni (Sķēles)	18,1	22,0	7,6	1038	1112	1127	1139	1170	27	12	31
58.	Vējāva	22,6	19,5	7,5	1055	1095	1099	1125	1160	30	26	35
59.	Viļāni	17,5										



27. zīm. Drumstalas sablīvēšanās gaita, apdedzinot vienāda treknuma mālus ar dažādu karbonātu saturu:

1 — izskalots māls no Lažas atradnes, karbonātus nesatur; 2 — māls no Prometeja atradnes, satur 6,2% CO₂; 3 — māls no Slūcienieku atradnes, satur 12,8% CO₂

(27. zīm.). Ir aprēķināts, ka katrs procents karbonātu paaugstina apdedzināšanas temperatūru vidēji par 10°C un tik pat daudz saīsina klinkerēšanās, saķepšanas un uzpūšanās-deformēšanās temperatūru intervālus. Turpretī, palielinoties mālainās frakcijas saturam, apdedzināšanas temperatūra pazeminās, bet klinkerēšanās, saķepšanas un uzpūšanās-deformēšanās temperatūru intervāli palielinās.

Pēc savām keramiskajām īpašībām kvartāra māli ir pilnīgi piemēroti drenu cauruļu ražošanai, tomēr jāņem vērā, ka no stipri karbonātiskiem māliem izgatavotās drenu caurules mūsu republikas visumā skābo augšņu apstākļos nekalpos pārāk ilgi. J. Eiduka un E. Vītiņa pētījumi par Latvijas mālu izmantošanas iespējām drenu cauruļu ražošanai parādījuši, ka maksimālais karbonātu saturs mālos, kas domāti drenu caurulēm, nedrīkst pārsniegt 6%, izsakot to kā CO₂ (atbilstoši 12—15% kalciņa + dolomīta). Tāda sastāva māli izplatīti galvenokārt Latvijas dienvidaustrumu, kā arī dienvidrietumu rajonos. Drenu caurulēm derīgi arī ļoti treknie Ziemeļkurzemes māli, kuru karbonātiskums (CO₂) gan pārsniedz 6%. Jāņem vērā, ka šiem treknajiem māliem nepieciešams līdz 40% liesinātāju (karbonātus nesaturošas smilts), tāpēc kopējais masas karbonātiskums ir pieļaujamās robežās.

Isā uzpūšanās-deformēšanās temperatūru intervāla (vidēji 20—30°C) dēļ karbonātiskie kvartāra māli nav derīgi keramzīta ražošanai. Pēc E. Vītiņa datiem, labas

kvalitātes keramzītu var iegūt tikai no mazkarbonātiskiem māliem, kas satur ne vairāk par 3—4% CO₂ (6—9% karbonātu). Šai prasībai atbilst tikai izskalotie māli. Keramzītu var ražot arī no nedaudz karbonātiskiem māliem (līdz 6% CO₂), tomēr šādai produkcijai būs daudz zemāka kvalitāte, kā to uzskatāmi redzam Jēkabpils būvmateriālu kombināta keramzīta cehā, kas izmanto mālus, kuri satur 5—6 un pat vairāk % CO₂. Kā keramzīta izejviela var noderēt vistreknākie karbonātisko mālu paveidi kopā ar kādu citu mālainu vai putekļainu materiālu, kas pats keramzīta ražošanai neder. Tā E. Vitiņa vadībā izdarīti keramzīta ieguves mēģinājumi no Ugāles un Prometeja atradņu ļoti treknajiem karbonātiskajiem māliem maisījumā ar liesajiem Liepas atradnes devona māliem. Ņemot šīs sastāvdaļas vienādos daudzumos, laboratorijas apstākļos iegūts labas kvalitātes keramzīts. Tomēr Ziemeļkurzemē, kur sastopamas piemērotas trekno mālu iegulas, līdz šim nav zināmas atbilstošas devona bezkarbonātisku mālu atradnes, līdz ar to treknie kvartāra māli šādā veidā pagaidām nav izlietojami.

Pēc granulometriskā un ķīmiskā sastāva kvartāra māli diezgan labi atbilst cementa rūpniecības prasībām. Tie gan satur līdz 5,6% magnija oksīda MgO, kas cementā skaitās kaitīgs piemaisījums, tomēr nelielā MgO satura dēļ Sātiņu atradnes kaļķakmeņos, ko pašlaik izmanto Latvijas cementa rūpniecība, izejvielu maisījumā, lietojot pat vismagneziālākos mālus, MgO saturs būs mazāks par pieļaujamiem 4%. Kvartāra mālos ir samērā daudz sārņu metālu oksīdu, kuru saturu cementa izejvielās pēdējā laikā arī limitē. Mazāk sārņu metālu ir putekļainākos mālos.

Kā adsorbenti — attīrītāji kvartāra māli nav sevišķi piemēroti, jo tie satur galvenokārt hidrovizlas un kaolīnītu, t. i., minerālus ar samērā zemu adsorbcijas spēju. Tomēr no šī viedokļa mūsu kvartāra māli (kā arī Latvijas māli vispār) ir maz izpētīti. Ir vairāki paņēmieni (aktivācija ar skābi, aktivācija apdedzinot), ar kuru palīdzību var ievērojami palielināt vāji adsorbējošu mālu adsorbcijas spējas, bet pie mums tie vēl nav izmēģināti. Šādus pētījumus ir izdarījuši, piemēram, V. Komarovs un N. Jermolenko ar Baltkrievijas kvartāra māliem, iegūstot materiālus, kas neatpaliek no dažiem plaši lietotiem dabīgiem sorbentiem.

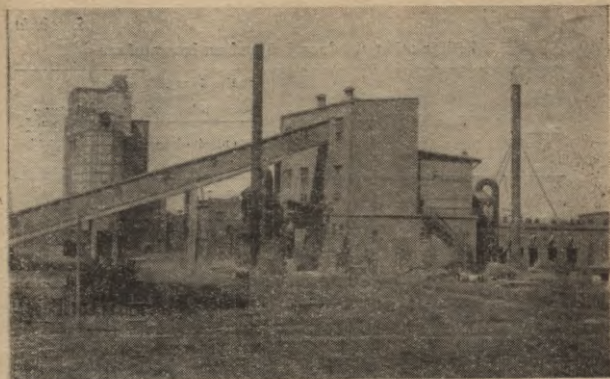
ATRADNES, KRĀJUMI UN IZMANTOŠANA

Mālus mūsu republikā izmanto ļoti plaši. Tos lielos daudzumos patērē cementa rūpniecībā, ķieģeļu un drenu cauruļu ražošanā, vieglajām betona pildvielām, dažādiem apdares materiāliem, smalkkeramikai, podniecības izstrādājumiem u. c. Ne visus mālu patērētājus mēs varam apmierināt ar vietējām izejvielām. To nozarū vajadzībām, kam nepieciešami tīri kaolini (porcelāna ražošanai, ugunturīgiem izstrādājumiem, gumijas rūpniecībai, papīra rūpniecībai, metalurģijai, parfimērijai u. c.) vai adsorbējošie montmorilonīta māli (naftas pārstrādei un pārtikas rūpniecībai), izejvielas jāieved no citām republikām.

Mūsu vietējo mālu galvenais patērētājs ir dažādas būvmateriālu rūpniecības nozares. Pēdējā laikā, it sevišķi Latgalē, ļoti uzplaukusi arī podniecība, kuras īpatsvars kopējā mālu patēriņā gan ir niecīgs.

Derīgos izrakteņus, arī mālus, sāka sistemātiski pētīt tikai pēc Lielā Tēvijas kara. Lai spriestu par karā nopostīto ķieģeļnicu atjaunošanas un sīko uzņēmumu rekonstrukcijas un paplašināšanas lietderību, bija jāzina, kāda ir šo uzņēmumu izejvielu bāze. Tādēļ arī 1945. gadā ģeologi E. Rinkas, O. Rones, J. Sleiņa un citu vadībā ķieģeļnicu tuvumā sāka meklēt un detalizēti pētīt mālu atradnes. Jau apmēram piecdesmito gadu vidū šis nozīmīgais darbs bija pabeigts. Visas ķieģeļnicas un tāpat abas cementa rūpnīcas bija nodrošinātas uz 25—30 gadiem ar detalizēti izpētītiem mālu krājumiem. Daudzām rūpnīcām — Brocēnu cementa un šifera kombinātam, Jēkabpils, Kalnciema, Jelgavas un vairākām citām ķieģeļnicām tika radītas plašas tālākas attīstības perspektīvas, jo noskaidrojās, ka izpētītos krājumus iespējams ievērojami palielināt.

Sekmīgi tika meklētas arī jaunas mālu atradnes. Tā, piemēram, T. Zenčenko vadībā atklāja un izpētīja Kupravas mālu atradni Balvu rajonā, bet pie Lodes stacijas J. Sleiņa vadītā izpētes grupa atrada un izpētīja lielo un kvalitatīvo Liepas atradni. Seit pirmo reizi tika konstatēta liela gaišo, grūti kūstošo mālu iegula, kuri node-rīgi blīvas drumstalas keramisko izstrādājumu — kanalizācijas cauruļu un klinkera oļu ražošanai.



28. zīm. Jēkabpils būvmateriālu rūpnīcas keramzīta oļu cehs

Piecdesmito gadu beigās sakarā ar dažādu efektīvo betona un dzelzsbetona konstrukciju nozīmes pieaugumu celtniecības darbos bija vajadzīgas izejvielas keramzīta oļu ražošanai. Šim nolūkam izpētīja mazkarbonātiskos kvartāra mālus Jēkabpils tuvumā, kur uzbūvēja mūsu republikā pirmo keramzīta oļu cehu (28. zīm.).

Nozīmīgs etaps mālu izpētes darbos sākās pirms četriem pieciem gadiem sakarā ar meliorācijas darbu paplašināšanos, kad radās liels pieprasījums pēc drenu caurulēm un tika pieņemts lēmums celt vairākas jaunas rūpnīcas.

Aplūkojot atsevišķo būvmateriālu rūpniecības nozaru pētīto mālu krājumus, kuri uzrādīti 6. tabulā, var secināt, ka šīs nozares ir nodrošinātas ar izejvielām uz ilgu laiku. Sliktāks stāvoklis ir ar atsevišķu rūpniecību mālu krājumiem. Daudzos gadījumos tas izskaidrojams ar nepareizu attieksmi pret krājumiem. Vēl sastopams uzskats, ka nav sevišķi jārēķinās ar tāda izplatīta derīgā izrakteņa kā māli zudumiem ieguves procesā, ka atradnes var apbūvēt vai izstrādāt tikai virsējās vieglāk iegūstamās derīgā slāņa daļas, pārējo apberot ar rūpniecības atkritumiem un segkārtu.

Pētītās mālu atradnes, krājumi un izmantošana

Nr. d. k.	Atradne	Rajons	Krājumi uz 1970. gada 1. janvāri, tūkst. m ³		Ieguve 1969. gadā, tūkst. m ³
			rūpnieciskie	perspektīvie	
Cementa rūpniecībai					
1.	Brocēni	Saldus	10862	21755	186
2.	Liberti	Jelgavas	4208	3037	—
3.	Ozolnieki	Jelgavas	82	—	85
Keramzīta ražošanai					
1.	Krustpils	Jēkabpils	672	—	77
2.	Kuprava	Balvu	3449	—	—
3.	Nīcgale	Daugavpils	541	433	—
4.	Skanstenieki	Jēkabpils	454	—	—
Klinkera oļu un kanalizācijas cauruļu ražošanai					
1.	Gāršas	Cēsu	1458	—	—
2.	Liepa	Cēsu	645	—	†
3.	Glūda	Cēsu	300	—	—
Ķieģeļu un drenu cauruļu ražošanai					
1.	Baltica	Krāslavas	919	—	4
2.	Ciecere	Saldus	178	—	1
3.	Gāršas	Cēsu	909	21255	—
4.	Kalkune	Daugavpils	1021	1665	61
5.	Kalneciems	Jelgavas	7808	—	89
6.	Kaltiķi	Kuldīgas	700	738	6
7.	Krustpils	Jēkabpils	2806	—	99
8.	Kuprava	Balvu	16771	—	—
9.	Lielauce	Dobeles	284	—	14
10.	Liepa	Cēsu	8792	6655	120
11.	Livāni	Preiļu	6876	—	—
12.	Mežotne	Bauskas	488	—	19
13.	Nīcgale	Daugavpils	620	—	8
14.	Padure	Kuldīgas	7028	—	2
15.	Prauliena	Madonas	1636	—	6
16.	Priekule	Liepājas	182	—	9
17.	Progress	Jelgavas	3939	4239	49
18.	Roiava	Liepājas	461	—	1
19.	Rosība	Jelgavas	3213	—	6
20.	Saldus	Saldus	349	—	7
21.	Sarkanais māls	Jelgavas	1540	—	43
22.	Skanstenieki	Jēkabpils	1275	—	—
23.	Spartaks	Jelgavas	2042	—	41
24.	Tūja	Limbažu	662	—	29
25.	Ugāle	Ventspils	456	—	18
26.	Usma	Ventspils	5924	7533	—

Cementa rūpniecības vajadzībām ir pētītas un tiek izmantotas divas kvartāra mālu atradnes — Brocēni un Ozolnieki. Izmantojot šo atradņu mālus kopā ar Sātiņu kaļķakmeni, var iegūt augstu marku cementu, ko mūsu valsts eksportē uz ārzemēm. Cementa izejvielu maisījumā māli ir apmēram 15%.

Brocēnu mālu atradnes krājumi nodrošina Brocēnu cementa un šifera kombināta darbu kādiem 100 gadiem, vēl lielāki ir atradnes perspektīvie krājumi. Ozolnieku mālu atradnē, kas atrodas ap 40 km no patērētāja — Rīgas būvmateriālu kombināta, mālu krājumi jau gandrīz izsmelti, jo atradnes teritorija daļēji ir apbūvēta. Tāpēc tagad šajā apkārtnē meklē jaunas iegulas.

Lai gan Viduslatvijas baseinā kopējie mālu krājumi ir ļoti lieli, Jelgavas un citu apdzīvoto vietu tuvums ierobežo ieguvei noderīgu laukumu izvēli, it sevišķi ņemot vērā, ka visizdevīgākais transporta veids līdz Rīgas cementa rūpnīcai ir līdzšinējais — ar liellaivām pa Iecavu, Lielupi un Daugavu. Tādēļ būtu vēlams, lai jaunais ieguves laukums atrastos netālu no Lielupes vai tās pietekām.

Ķieģeļu rūpniecība Latvijā sevišķi uzplauka pēc Lielā Tēvijas kara, kad kara postījumu likvidēšanai un jauncelsmes darbiem vajadzēja daudz būvmateriālu. Ar laiku sakarā ar plašu dzelzsbetona konstrukciju ieviešanu celtniecībā varēja slēgt vairākas nelielas ķieģeļnīcas, kurās sezonas darba un vājas mehanizācijas dēļ produkcijas pašizmaksa bija augsta. Līdz ar to rūpniecisko nozīmi zaudēja vairāki desmiti nelielu, galvenokārt kvartāra mālu atradņu — Dravnieki, Amula, Kazukrogs, Kārsava, Tušķi-Bemberi u. c. To krājumi tagad izslēgti no kopējās mālu krājumu bilances.

Pašlaik galvenokārt strādā lieljaudas ķieģeļu fabrikas, kur darbus lielā mērā iespējams mehanizēt. Lielos uzņēmumos vieglāk atrisināt arī ļoti sarežģīto žāvēšanas problēmu, ierīkojot tuneļu žāvētavas, kas izmanto apdedzināšanas krāšņu dūmgāzes. Turpretī mazajās ķieģeļnīcās vēl arvien izmanto dabisko žāvēšanu zem nojumēm, tāpēc tās var darboties tikai vasaras sezonā, kad ļoti sarežģīts ir darbaspēka jautājums. Tomēr būvmateriālu deficīts, it īpaši lauku celtniecībā, vēl neļauj pilnīgi likvidēt nelielos uzņēmumus.



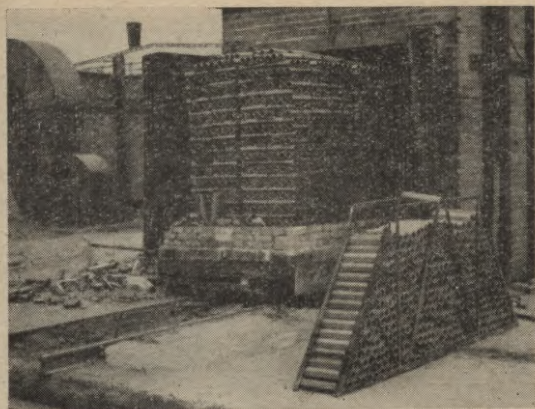
29. zīm. Apdares ķieģeļi un drenu caurules gatavās produkcijas laukumā pie Lodes rūpnīcas

Ķieģeļu ražošanā lieto kā devona, tā arī kvartāra mālus. Koši sārtos, vienmērīgas krāsas devona māla ķieģeļus plaši izmanto kā apdares materiālu (29. zīm.). Kvartāra mālu ķieģeļi ir gaišāki, to krāsojums nevienmērīgāks, un tos izmanto galvenokārt zem apmetuma.

Dekoratīvi ir arī dzeltenzaļie Kalnciema ķieģeļi, ko ražo no putekļaino Baltijas ledus ezera un limnoglaciālo mālu maisījuma. Kalnciema būvmateriālu kombinātā samērā racionāli izmanto ražošanas brāķi — saplaisājušos un sadrupušos ķieģeļus, no kuriem kopā ar vietējo dolomītu iegūst minerālvati.

No karbonātiskajiem ķieģeļrūpniecībai pētīto mālu paveidiem nelielos daudzumos ražo arī krāsns podiņus.

Drenu cauruļu ražošanas process principā neatšķiras no ķieģeļu ražošanas, tāpēc sākumā, kad radās pieprasījums pēc drenu caurulēm, šim nolūkam tika piemērotas dažas ķieģeļnīcas, piemēram, Kalkūnē, Jēkabpilī, Ugālē. Tomēr drīz vien vajadzēja būvēt jaunus, lielus, specializētus uzņēmumus. Viens no šiem uzņēmumiem — Lodes drenu cauruļu rūpnīca — jau darbojas ar pilnu jaudu (30. zīm.), bet drīz sāks strādāt uzņēmums arī Kupravā. Nesen detalizēti izpētītā Usmas kvartāra mālu atradne arī domāta lielai drenu cauruļu rūpnīcai, kuras projektēšana jau tuvojas nobeigumam.

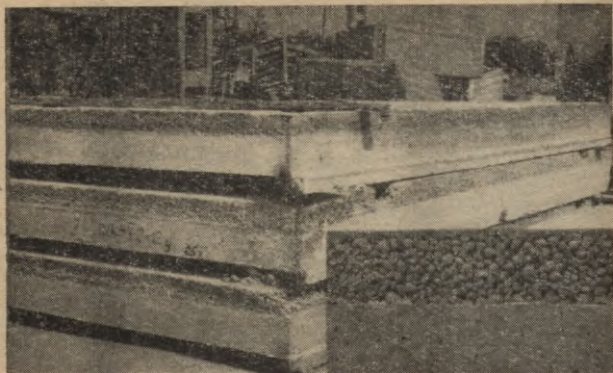


30. zīm. Vagonete un konteiners ar drenu caurulēm
pie apdedzināšanas krāsns Lodes rūpnīcā

Gandrīz visas ķieģeļnīcas un drenu cauruļu rūpnīcas, kā redzams 6. tabulā, apgādātas ar pētītiem mālu krājumiem uz pilnu amortizācijas termiņu — 25—30 gadiem. Izņēmums ir Kārniņu atradne, kuras apkārtnē pagaidām vēl notiek izpētes darbi. Gāršu atradnes ķieģeļrūpniecībai pētītais apakšējais mālu slānis domāts Cēsu Mūrlejas ķieģeļnīcai, bet atradni pagaidām neizmanto, un mālus ved no Liepas karjera.

Ķieģeļrūpniecībai derīgu mālu krājumi mūsu republikā praktiski ir katrā rajonā. Sakarā ar samērā augsto karbonātu saturu kvartāra mālos drenu cauruļu ražošanai ir piemērotas tikai trekno mazkarbonātisko kvartāra mālu atradnes republikas rietumos un devona mālu iegulas.

Samērā nesen mūsu republikā uzsākta betona vieglā pildmateriāla keramzīta ražošana, kas pagaidām apgūta Jēkabpils būvmateriālu kombinātā (31. zīm.), kur keramzīta mālu cehs un ķieģeļnīca izmanto Krustpils mālu atradni. Tā kā šajā atradnē izskaloto mālu slānis ir samērā plāns (0,3—0,4 m), mālu karbonātu saturs ir

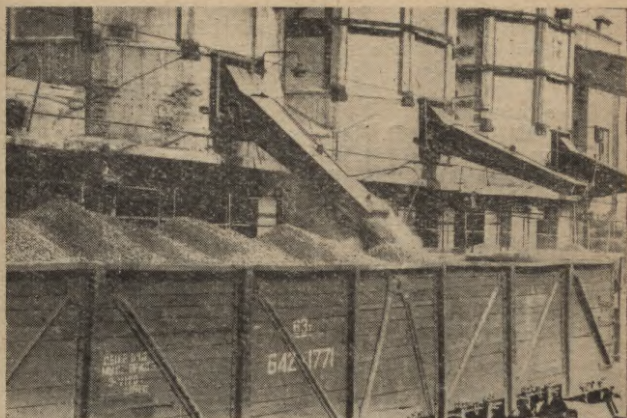


31. zīm. Betona paneli ar siltumizolācijas kārtu no keramzīta oļiem.
Attēla apakšējā labajā stūrī — panela uzbūve tuvplānā

augsts, tāpēc keramzīta oļi pēc mehāniskās izturības neatbilst Valsts standarta prasībām. Tomēr pieprasījums pēc šīs produkcijas ir ļoti liels (32. zīm.). Jāatzīmē, ka Krustpils atradnē neizmantots paliek samērā biezs apakšējais lieso mālu slānis, kurš noderīgs ķieģeļu ražošanai un ir ieslēgts pētītajos krājumos, kas uzrādīti 6. tabulā. Krustpils atradnei līdzīgi māli sastopami arī Skanstenieku atradnē, kas ir pie Jēkabpils-Biržu šosejas un pētīta Jēkabpils būvmateriālu kombināta vajadzībām. Skanstenieku atradnē ir divi slāņi — augšējo izmantos keramzīta oļu ražošanai, apakšējo — ķieģeļu ražošanai.

Lai uzlabotu keramzīta oļu kvalitāti Jēkabpils kombinātā un racionāli izmantotu ierobežotos mālu krājumus, jau tuvākajā laikā māli jāsāk izstrādāt divās pakāpēs, vajadzības gadījumā izmainot ķieģeļu ražošanas tehnoloģisko shēmu, lai to piemērotu apakšējā slāņa lieso mālu īpašībām.

Tuvākajā nākotnē Kupravā paredzēts uzcelt jaunu keramzīta oļu cehu, kura jauda būs 200 000 m³ gadā. Cehs izmantos devona Ogres svītas mālus, kuri republikas austrumu daļā ir pietiekami trekni un nesatur karbonātu piemaisījumus. Kā rāda šo mālu pusrūpnieciskie



32. zīm. Keramzīta oļu iekraušana vagonos

izmēģinājumi, Kupravas keramzīta oļiem būs augsta mehāniskā izturība.

Neliels keramzīta cehs, kas ražos 50 000 m³ oļu gadā, tiek projektēts arī Nīcgalē. Tas izmantos samērā liesos nelielās Nīcgales atradnes pārskalotos bezkarbonātiskos kvartāra mālus, sajaucot tos ar ļoti izplatītajiem vietējiem limnoglaciālajiem māliem attiecībā 1 : 1.

Pieprasījums pēc keramzīta oļiem turpmākajos gados pieaugs, tādēļ arī pašlaik Latvijas rietumu rajonos ģeologi meklē jaunas šim nolūkam piemērotas māla atradnes. Acīm redzot, lielāka uzmanība kā līdz šim ģeoloģiskajā kartēšanā un derīgo izrakteņu meklēšanā jāveltī pārskaloto kvartāra mālu iegulām.

Blīvas drumstalas izstrādājumus pie mums vēl pavisam nesen ražoja no ievestām izejvielām, jo tiem vajadzīgi māli ar garu drumstalas sablīvēšanās intervālu. Sai prasībai atbilst treknie, grūti kustošie devona māli, kuru atradnes saistītas ar augšdevona Gaujas svītu Cēsu un Siguldas apkārtnē. Pagaidām vienīgais šo mālu avots ir Liepas atradne, no kurienes mālu ved uz Bolderājas būvmateriālu rūpniecību un izmanto kanalizācijas cauruļu

ražošanai. Kā redzams 6. tabulā, Liepas atradnē gaišo, grūti kūstošo mālu ir samērā daudz, un to ieguvi iespējams ievērojami paplašināt.

Līdzīgi māli atrasti Gaujas labajā krastā Gāršu atradnē.

E. Vitiņa un B. Martinsones pētījumi par jaunu būvmateriālu veidu ražošanas iespējām no vietējām izejvielām parādījuši, ka gaišos, grūti kūstošos devona mālus var izmantot arī ļoti izturīgu klinkera oļu ražošanai, ar kuriem var aizstāt granīta šķembas augstas stiprības betonos. Pusrūpnieciski izmēģinājumi ir izdarīti ar Gāršu atradnes māliem. Uz šo izmēģinājumu pamata izdarītie ekonomiskie aprēķini liecina, ka granīta šķembu aizstāšana ar klinkera oļiem dotu ievērojamu līdzekļu ietaupījumu.

Nelielā Glūdas gaišo mālu atradne ir Cēsu pilsētas robežās, gan nomaļā un vēl neapbūvētā daļā. Šīs atradnes praktiskā nozīme nav lielaniecīgo krājumu dēļ.

Tā kā gaišie, grūti kūstošie māli Gaujas un tās pieteku krastu atsegumos sastopami diezgan bieži, gan nelielu slāņu veidā, pilnīgi iespējams atrast arī jaunas lielas šo mālu iegulas.

PSKP XXIV kongresa direktīvas par PSRS tautas saimniecības attīstības piegādu plānu 1971.—1975. gadam paredz ievērojami palielināt būvmateriālu — ķieģeļu, drenu cauruļu un cementa — ražošanu un betona konstrukcijām plaši izmantot vieglās pildvielas. Visu šo būvmateriālu galvenā izejviela ir māls, kura ieguve turpmāk stipri pieaugs. Tomēr mūsu republikas rūpniecība nav vēl nodrošināta ar pietiekamiem, kaut aptuveni noteiktiem mālu krājumiem keramzīta un klinkera oļu, kā arī drenu cauruļu ražošanai.

Izvēloties atradni un tā lielā mērā jau nosakot jaunceļamās rūpnīcas izvietojumu, jābūt pietiekamam aptuveni pētītu atradņu fondam, lai tehniski ekonomisku aprēķinu rezultātā izvēlētos vispiemērotāko. Tas nozīmē, ka jau tuvākajā laikā jāatrod 7—8 mālu atradnes, kuras piemērotas keramzīta oļu, klinkera izstrādājumu, drenu cauruļu un apdares ķieģeļu ražošanai.

SATURS

Ievads	3
Mūsdienu priekšstati par mālu minerāliem, to īpašībām un izveidošanos	4
Galvenie mālu minerāli un to uzbūve	5
Mālu minerālu veidošanās apstākļi	10
Svarīgākās mālu minerālu un mālu īpašības	12
Zemes garozas uzbūve Latvijā un mālaino iežu izplatība	19
Mālu iegulu veidošanās un saguluma apstākļi, sastāvs un īpašības	24
Kembrija, ordovika un silūra māli	24
Devona māli	27
Triasa un juras māli	45
Kvartāra māli	48
Atradnes, krājumi un izmantošana	76

*Висвалдис Микелевич Курис
и Аустра Вилисовна Стинкуле*

ГЛИНЫ В НЕДРАХ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЛАТВИИ

Издательство «Лиезма»

Рига 1972

На латышском языке

Художник В. Озолинь

Visvaldis Miķeļa d. Kuršs

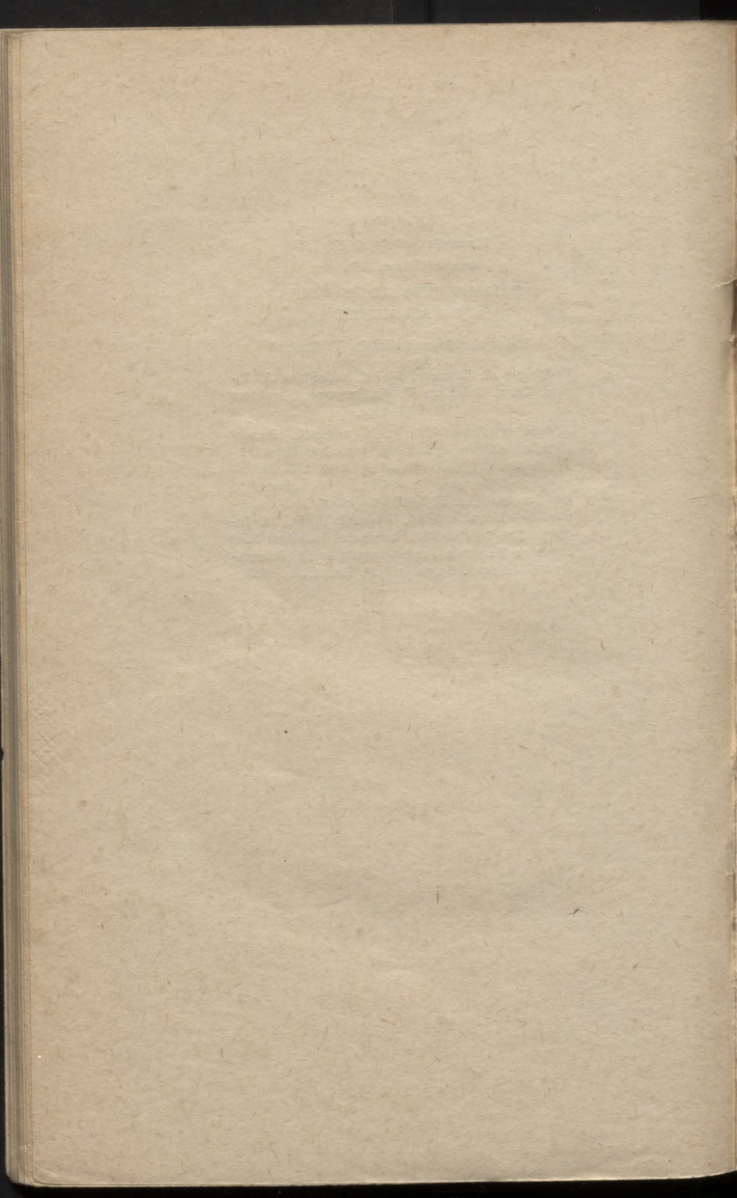
Austra Viļa m. Stinkule

MĀLI LATVIJAS ZEMES DZILĒS
UN RŪPNIECIBĀ

Vāku zīmējis mākslinieks V. Ozoliņš

Redaktore A. Zēgnere. Māksl. redaktors A. Līpīns. Tehn. redaktore Ā. Krišjānsone. Korektore R. Filipsone.

Nodota salikšanai 1971. g. 16. augustā. Parakstīta iespiešanai 1972. g. 16. februārī. Tipogrāfijas papīrs Nr. 2, formāts 84×108/32, 2,75 fiz. iespiedi.; 4,62 uzsk. iespiedi.; 4,65 izdevn. l. Metiens 2000 eks. JT 04048. Maksā 23 kap. Izdevniecība «Liesma» Rīgā, Padomju bulv. 24. Izdevn. Nr. 24667/R-1157. Iespiesta Latvijas PSR Ministru Padomes Preses komitejas 23. tipogrāfijā Jelgavā, Raiņa ielā 27. Pasūt. Nr. 2533



LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA



0309016548

23 kap.

