

# Termoķīmiskas reakcijas mālu minerālos šūnu keramikas iegūšanai

Visvaldis Svinka<sup>1</sup>, Laimons Bidermanis<sup>2</sup>, Ruta Svinka<sup>3</sup>, Lauma Lindina<sup>4</sup>, Andris Cimmers<sup>5</sup>, Inta Timma<sup>6</sup>,  
<sup>1-6</sup> Riga Technical University

**Kopsavilkums.** Analizēti termoķīmiskie procesi dažāda sastāva mālu izejvielās šūnu keramikas iegūšanai. No šūnu keramikas iegūšanas viedokļa svarīgs ir mineraloģiskais un granulometriskais sastāvs, piemaisījumu daudzums, ķīmiskais sastāvs, poras veidojošas sadalīšanās reakcijas, piroplastiskā stāvokļa temperatūru intervāls. Šūnu keramikas iegūšanai ir iespējams izmantot māla izejvielas ar palielinātu aleirītu saturu. Šūnu keramikas granulas uzbūve ietver apvalku – virskārtu ar ierobežotu caurlaidības spēju un palielinātas porainības kodolu.

**Atslēgas vārdi.** Latvijas māli, šūnu keramika, adsorbcijs.

## I. IEVADS

Šūnu keramika („keramzīts” no krievu valodas, „Blähton” no vācu valodas, „expanded clay” no angļu valodas) ir plaši celtniecības tehnoloģijā pielietota no mālu izejvielām mākslīgi iegūta viegla pildviela granulā veidā ar šūnveida iekšējo uzbūvi un blīvu, vairāk vai mazāk necaurlaidīgu apvalku. Tas ir materiāls ar porainu iekšējo struktūru un noteiktu ārējo veidolu. Blakus sākotnēji tradicionālajiem pielietojumiem – celtniecības materiāls ar tādām īpašībām kā stiprība, maza tilpuma masa, siltuma izolācijas īpašības, šūnu keramikai arvien plašāk izvērsas citi nozīmīgi pielietojuma veidi. Priekšplānā izvirzās tādas īpašības kā korozijas izturība, filtrējošās īpašības, virsmas aktivitāte. Ir zināmi šūnu keramikas pielietojumi dzeramā ūdens apstrādes tehnoloģijās. Arvien paplašinās šūnu keramikas pielietojums un pieprasījums vides tehnoloģijās, sadzīves, rūpniecības un lauksaimniecības ūdens piesārņojuma lokalizēšanai. Norvēģijas firma „Optiroc” piedāvā keramzīta tipa šūnu keramiku „Filtralite”, kas specializēta bioplēves veidošanai mikroorganismu un baktēriju augšanai, fosfora un slāpekļa savienojumu saistīšanai no atklātām ūdens tilpnēm, filtrējošu slāņu veidošanai lielas jaudas ūdens apstrādes sistēmās. Ņemot vērā Latvijas mālu daudzveidību, nepieciešams izpētīt termiskos procesus, kādi notiek dažāda mineraloģiskā sastāva mālu apdedzināšanas laikā un to ietekmi uz keramikas granulā īpašībām.

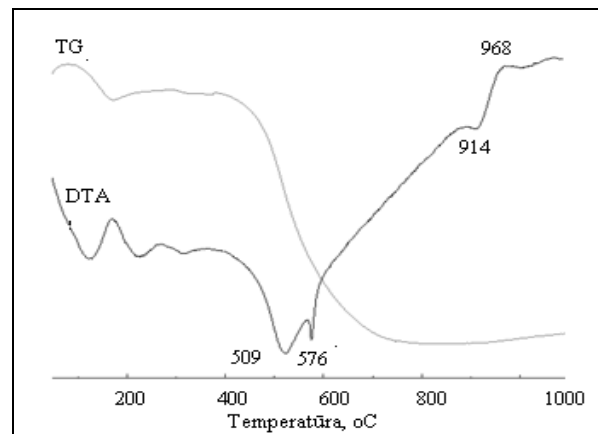
## II. MATERIĀLI UN METODES

Darbā izmantoti devona (Liepas atradne), juras (Strēļu atradne) un kvartāra (Apriķu un Lažas atradnes) ģeoloģisko periodu māli. No plastiskas mālu masas ar 2 masas % koksnes skaidu piedevu un mitruma saturu 20 % izveidoti cilindriparaugi ar diametru 20 mm un augstumu 20 mm. Paraugi izžāvēti un pēc tam apdedzināti 1150°C temperatūrā ar izturēšanas laiku 10 min. Paraugu apdedzināšanai izmantots gan vienpakāpes apdedzināšanas process, kad izžāvētas granulas ievieto krāsnī, kurā ir nepieciešamā apdedzināšanas

temperatūra, gan divpakāpju process, kad granulas iepriekš uzkaršētas līdz 700°C temperatūrai. Mālu paraugu pētīšanai izmantota diferenciālā termiskā analīze (SETARAM SETSYS Evolution -1750), rentgena fāžu analīze (rentgena staru difraktometrs Rigaku Ultima+, izmantojot CuK $\alpha$  starojumu un skenēšanas ātrumu 2° minūtē). Rentgenogrammas atšifrētas, izmantojot PDF-4+ 2010 Sleve datu bāzi. Apdedzinātajiem paraugiem noteikta tilpuma masa, tilpuma palielināšanās koeficients. Poru sadalījuma analīzei granulās izmantota dzīvsudraba porozimetrija (Quantachrome Pore Master).

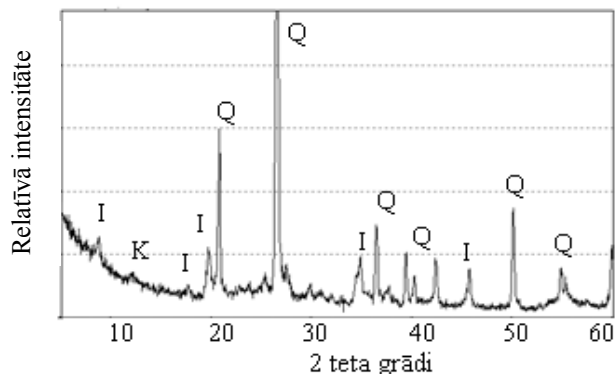
## III. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA UN REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS

Devona un kvartāra perioda Latvijas mālos galvenie mālu minerāli ir hidrovislas, galvenokārt illīts [1,2]. Nelielā daudzumā šādos mālos ir kaolinīts. Savukārt juras perioda mālos pārsvarā ir kaolinīts un nelielā daudzumā arī hidrovislas. Līdz ar to termiskie procesi dažādu ģeoloģisko periodu mālos ir atšķirīgi. Liepas mālu apdedzināšanas procesu raksturo šo mālu termogramma (skat. 1.att.). Endotermiskie efekti 509 un 576°C temperatūrās saistīti attiecīgi ar kaolinīta sadalīšanos un kvarca modifikāciju maiņu. Izteiktais kvarca modifikāciju maiņas efekts norāda uz ievērojamu smilšu frakcijas daudzumu mālos. Endotermiskais efekts 914°C temperatūrā norāda uz neliela daudzuma šķidrās fāzes veidošanos, kam pēc tam seko kristāliska savienojuma veidošanās 968°C temperatūrā (eksotermiskais efekts).



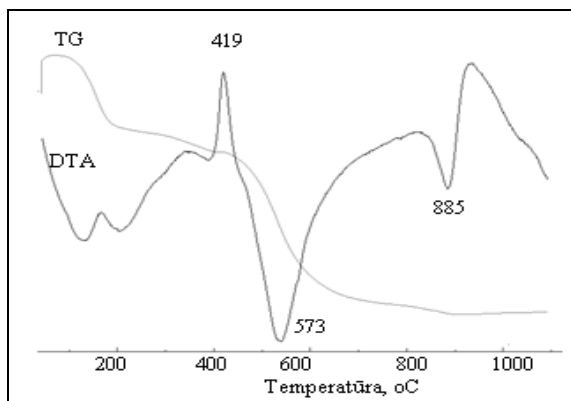
1.att. Liepas mālu termogramma.

Rentgena fāžu analīze Liepas mālos uzrāda gan illīta, gan kaolinīta mālu minerālus (skat.2.att.). Bez tam Liepas mālos lielā daudzumā ir kvarcs smilšu frakcijas veidā, gan arī hematīts un nelielā daudzumā kā reliktis minerāls kālija laukšpats mikroklīna vai ortoklaza formā, kas ir konstatēts rentgena fāžu analīzē jau agrākajos mūsu darbos [1].



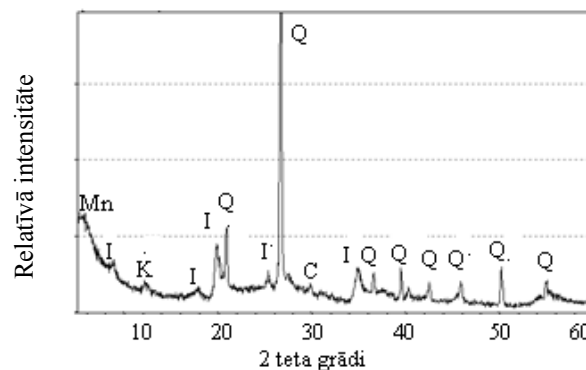
2.att. Liepas mālu rentgendifraktogramma; I – illīts, K – kaolinīts, Q – kvarcs.

Juras ģeoloģiskā perioda Strēļu atradnes mālu termiskā analīze (skat.3.att.) liecina par lielu organiskas izcelsmes piemaisījumu daudzumu mālos: eksotermiskais efekts 419°C un atbilstoši masas zudumi uz TG līknes. Savukārt endotermiskais efekts 537°C temperatūrā raksturo mālu minerālu termiskās sadalīšanās procesu. Endotermiskais efekts 885°C temperatūrā atbilst kalcīta sadalīšanās procesam. DTA līknes tālākais raksturs liecina par strauju jauna kristāliska savienojuma kalcija metasilikāta volastonīta veidošanos, kam atbilst eksotermiskais efekts 930°C temperatūrā. Ņemot vērā to, ka volastonītu izmanto kā kusni keramikas rūpniecībā, līknes strauji lejupejošais raksturs liecina par šķidrās fāzes veidošanos temperatūrās virs 930°C. Rentģena fāžu analīze liecina par visu trīs veidu mālu minerālu: kaolinīta, illīta un montmorilonīta klātbūtni Strēļu atradnes mālos (skat. 4.att.).



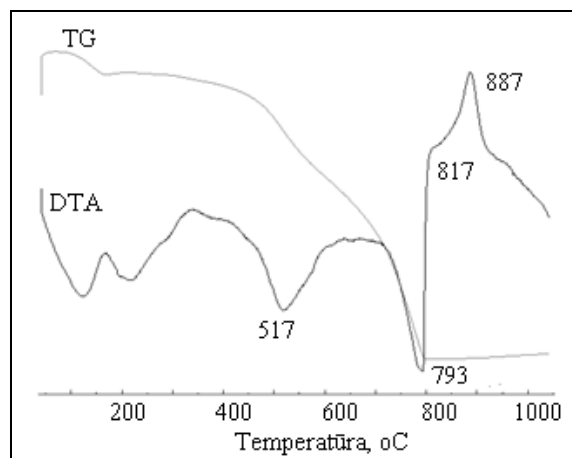
3.att. Strēļu atradnes mālu termogramma.

Montmorilonīta klātbūtni raksturo difrakcijas maksimums pie mazajiem atstarošanas leņķiem, kur pārējie mālu minerāli neuzrāda difrakcijas līnijas. Bez tam difraktogrammā redzamas arī kalcīta līnijas. Rentģena fāžu analīze uzrāda arī kvarcu. Kvarca modifikāciju maiņas efekts no  $\alpha$ -kvarca uz  $\beta$ -kvarcu 573 - 576°C temperatūrā termiskajā analīzē atsevišķi neuzrādās, kā tas bija redzams Liepas mālu termogrammā (1.att.). Strēļu mālu termogrammā (3.att.) to pārsedz ļoti intensīvais mālu minerālu sadalīšanās endotermiskais efekts.



4.att. Strēļu atradnes mālu rentgendifraktogramma: I – illīts, K – kaolinīts, Q – kvarcs, Mn –montmorilonīts, C – kalcīts.

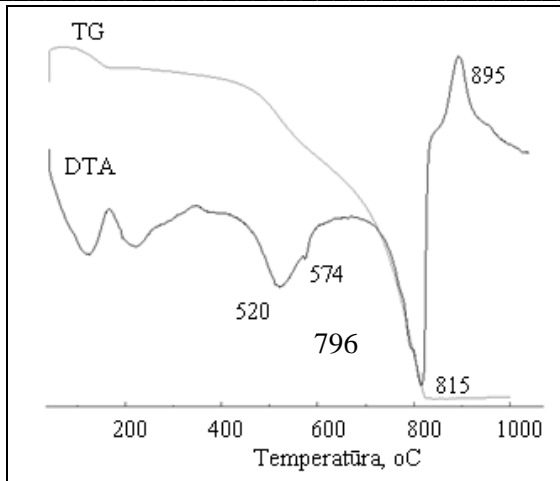
Kvartāra ģeoloģiskā perioda karbonātus saturošo Apriķu un Lažas mālu termiskās analīzes rezultāti ir līdzīgi. Nedaudz atšķirīgas ir termisko efektu temperatūras un efektu lielums, kas norāda uz mālu ķīmiskā sastāva kvantitatīvām atšķirībām. Lažas mālos (skat.5.att.) mālu minerālu sadalīšanos raksturo endotermiskais efekts 517°C temperatūrā. Endotermiskais efekts 793°C temperatūrā norāda uz mālu sastāvā esošo karbonātu termisko sadalīšanos. Kopīgie masas zudumi termiskās apstrādes laikā pēc termiskās analīzes datiem ir 4,80%. Par jaunu kristālisku savienojumu veidošanos karsēšanas laikā liecina eksotermiskais efekts 887°C temperatūrā. DTA līknes strauji lejupejošais raksturs liecina par šķidrās fāzes veidošanos.



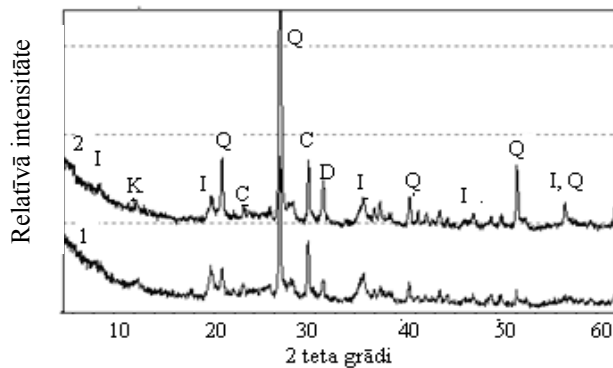
5.att. Lažas atradnes mālu termogramma.

Bez mālu minerālu termiskās sadalīšanās endotermiskā efekta 520°C temperatūrā Apriķu mālu termiskā analīze uzrāda arī kvarca modifikāciju maiņas efektu 574°C temperatūrā (skat.6.att.).

Nākošais endotermiskais efekts sastāv no diviem viens otrā pārejošiem procesiem. Vispirms 796°C temperatūrā vāji izteikts efekts pleca veidā uz līknes raksturo dolomīta sastāvā esošā  $MgCO_3$  sadalīšanos. 815°C temperatūrā sadalās kalcīts. Apriķu mālos kopīgie masas zudumi karsēšanas procesā ir 9,25%. Tālāka temperatūras paaugstināšana noved pie eksotermiska efekta, kas, tāpat kā Lažas mālos, liecina par jauna kristāliska savienojuma veidošanos.



6.att. Apriķu mālu termogramma



7.att. Lažas (1) un Apriķu (2) mālu difraktogrammas: I – illīts, K – kaolinīts, Q – kvarcs, C – kalcīts, D – dolomīts.

Rentgenfāžu analīze abiem kvartāra māliem ir līdzīga (skat.7.att.). Abos mālos ir gan kaolinīts, gan illīts, kvarcs un karbonāti - gan kalcīts, gan dolomīts. Spriežot pēc relatīvās difrakcijas līniju intensitātes, atšķirīgi ir tikai šo minerālu daudzumi, par ko daļēji liecina arī ķīmiskās analīzes rezultāti (skat.1.tab.).

1.TABULA

LIEPAS, LAŽAS UN APRIĶU MĀLU VIDĒJAIS ĶĪMISKAIS SASTĀVS (MASAS %)

Oksīdi	Liepa	Laža	Apriķi
SiO <sub>2</sub>	62,19	46,48	52,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,45	18,74	15,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,15	7,06	5,76
CaO	0,83	6,62	6,93
MgO	1,32	3,25	2,56
TiO <sub>2</sub>	1,92	0,59	0,53
Na <sub>2</sub> O	0,09	0,41	0,42
K <sub>2</sub> O	4,12	3,62	3,40
Karsēš. zud. 1000°C	4,68	12,25	12,25

Devona perioda Liepas atradnes māli ir bezkarbonātu māli, tāpēc arī termiskā analīze (skat.1.att.) neuzrāda endotermiskus efektus karbonātu sadalīšanās temperatūru rajonā no 750 līdz

950°C. Savukārt salīdzinot Lažas (5.att.) un Apriķu (6.att.) mālu termogrammas un ķīmiskos sastāvus (1.tab.), redzams, ka šo mālu atšķirības ir saistītas galvenokārt ar dažu oksīdu daudzumu atšķirībām. Apriķu mālu termogrammā redzams neliels kvarca modifikāciju maiņas endotermiskais efekts, un šajos mālos ir arī lielāks SiO<sub>2</sub> saturs. Nelielas endotermisko efektu temperatūru nobīdes varētu būt saistītas ar mālos esošo karbonātu graudu izmēriem. Apriķu mālos šķidrās fāzes veidošanās notiek nedaudz augstākā temperatūrā, jo tajos ir mazāks dzelzs oksīda saturs, salīdzinot ar Lažas māliem.

Granulu uzpūšanās nodrošināšanai straujas apdedzināšanas apstākļos mālu masai pievieno dažādas oglekli saturošas izdegošas piedevas [3-7]. No Liepas, Strēļu, Lažas un Apriķu māliem gatavotas granulas gan bez piedevām, gan par piedevu izmantojot 2 masas % koksnes skaidas granulu uzpūšanās palielināšanai un tilpuma masas samazināšanai. Rezultāti parādīti 2.un 3.tabulā.

2.TABULA

NO STRĒĻU ATRADNES MĀLIEM IEGŪTO GRANULU RAKSTUROJUMS

Parauga ņemšanas dziļums, m	Termiskās apstrādes režīms, °C	Koksnes skaidas masas %	Tilpuma masa, g/cm <sup>3</sup>	Tilpuma palielināšanās koeficients
2	20 - 1150	-	1,80	1,38
	700 - 1150	-	1,07	1,60
2	20 - 1150	2	0,91	1,76
	700 - 1150	2	0,73	2,20

Rezultātu analīze rāda, ka 2 masas % koksnes skaidu pievienošana Strēļu mālu masai palielina granulu uzpūšanās (tilpuma palielinājuma) koeficientu, un granulu tilpuma masa samazinās 1,5 līdz 2 reizes. Mazāka tilpuma masa ir tām granulām, kuras iegūtas divpakāpju apdedzināšanas režīmā gan bez skaidu piedevas, gan ar skaidu piedevu.

3.TABULA

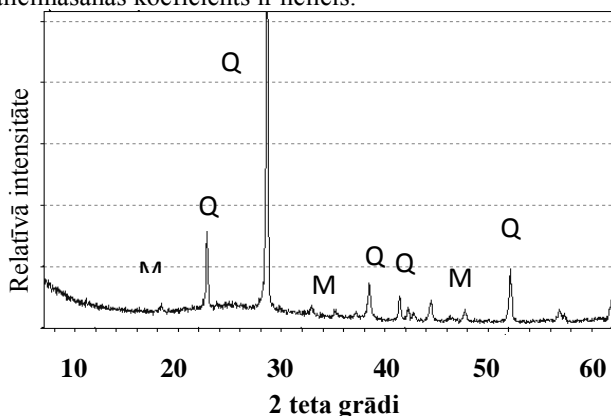
NO LAŽAS UN APRIĶU MĀLIEM AR 2% SKAIDĀM IEGŪTO GRANULU RAKSTUROJUMS

Parauga ņemšanas dziļums, m	Termiskās apstrādes režīms, °C	Tilpuma masa, g/cm <sup>3</sup>	Tilpuma palielināšanās koeficients
Laža 1 m	20 - 1150	0,60	2,4
	700 - 1150	0,25	5,8
Laža 2 m	20 - 1150	0,86	1,7
	700 - 1150	0,37	3,9
Apriķi 2-3 m	20 - 1150	0,57	2,6
	700 - 1150	0,26	5,7

Lažas atradnes māli iegūti no 1 un 2 m dziļuma, bet no Apriķu atradnes izmantots vidējais paraugs no māliem, kuri iegūti 2-3 m dziļumā Visiem mālu masas paraugiem pievienots 2 masas % koksnes skaidu (skat.3.tab.). Gan no Lažas, gan Apriķu māliem, kuri veidojušies kvartāra ģeoloģiskajā periodā un satur karbonātu piemaisījumus, iegūtas granulas ir ar mazāku tilpuma masu nekā no Juras perioda Strēļu atradnes māliem iegūtas granulas. Salīdzinot granulas, kuras iegūtas ar vienpakāpes un divpakāpju režīmiem, redzams, ka atkal mazāka tilpuma masa un lielāks

tilpuma palielināšanās koeficients ir divpakāpju režīmā iegūtajam materiālam. Salīdzinot granulu īpašības, kuras iegūtas no 1 un 2 m dziļumā paņemtiem māliem, redzams, ka granulām no virsējā slāņa māliem salīdzinājumā ar dziļākā slāņa māliem ir mazāka tilpuma masa un lielāks tilpuma palielināšanās koeficients.

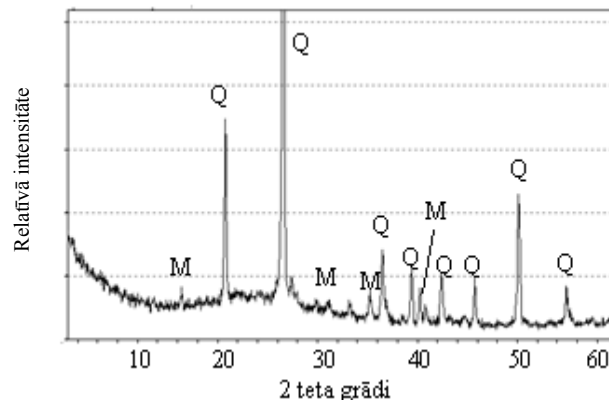
Pēc vienpakāpes termiskās apstrādes procesa granulām no Liepas māliem ar 2 masas % skaidu piedevu tilpuma masa ir  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , bet tilpuma palielināšanās koeficients 2,3. No dažādiem gan pēc ģeoloģiskās izcelsmes, gan mineraloģiskā un ķīmiskā sastāva Latvijas māliem iegūtas šūnainas keramikas granulas ar atšķirīgu tilpuma masu un tilpuma palielināšanās koeficientu. Pamatprocess šāda keramikas materiāla iegūšanai ir kopējs: ātrā apdedzināšanas procesā noteiktā temperatūrā apdedzināmais materiāls ir piroplastiskā stāvoklī. Granulā pastāv temperatūras gradients un uz granulas virsmas veidojas relatīvi blīvs ļoti sīkporains apvalks, kas aiztur granulas iekšienē radušās dažādās gāzveida vielas, kuras, pateicoties paaugstinātam spiedienam granulas iekšienē, uzpūš granulu. Viegļu granulu iegūšanai ir trīs priekšnoteikumi: gāzveida vielas izdalīšanās temperatūra, šķidrā fāze ar atbilstoši nelielu viskozitāti un pietiekoši garu piroplastiskā stāvokļa temperatūras intervālu un kristāliskās fāzes, kuras izveidojas keramikas materiālā apdedzināšanas temperatūrā. Liepas mālu granulu apdedzināšanas procesā gāzveida fāze ir ūdens tvaiki, kuri rodas mālu minerālu sadalīšanās rezultātā  $500 - 600^\circ\text{C}$  temperatūru intervālā (endotermiskais efekts, 1.att.). Masas zudumi šajā temperatūras intervālā ir 1,05%. Uzpūšanos nodrošina daļēja izdegošo piedevu sadegšana un radies CO reducē  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , izdalot skābekli. Liepas mālos  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir 7,15 masas %. Savukārt kristāliskās fāzes  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā apdedzinātajā Liepas mālu materiālā ir tikai kvarcs un mullīts (skat. 8.att.), kas abi ir grūti kūstoši savienojumi, un granulu tilpuma palielināšanās koeficients ir neliels.



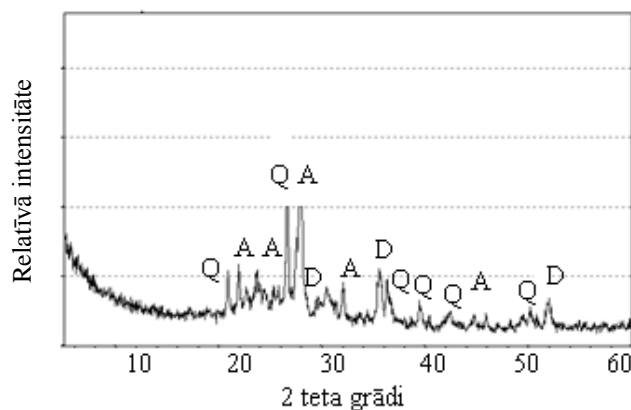
8.att.  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā apdedzinātu Liepas mālu granulu difraktogramma; Q – kvarcs, M – mullīts.

Strēļu atradnes mālos lielais eksotermiskais efekts  $419^\circ\text{C}$  temperatūrā (skat. 3.att.) liecina par mālu sastāvā piemaisījumu veidā esošu organisku komponentu, jo māli ir melnā krāsā. Masas zudumi temperatūru intervālā līdz  $600^\circ\text{C}$  ir 6,88 masas %. Līdz šai temperatūrai ir sadalījušies arī mālu minerāli, tāpēc granulu uzpūšanos  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā nodrošina tikai papildus pievienoto koksnes skaidu sadegšana. Šajos mālos arī  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs ir neliels, tāpēc granulu uzpūšanās straujā temperatūras celšanas režīmā ir neliela.

Apdedzinātu granulu rentgena fāžu analīze, līdzīgi kā Liepas mālu gadījumā, uzrāda tikai kvarcu un mullītu (skat.9.att.).



9.att.  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā apdedzinātu Strēļu atradnes mālu difraktogramma; Q – kvarcs, M – mullīts.



10.att.  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā apdedzinātu Lažas mālu granulu difraktogramma; A – anortīts, Q – kvarcs, D – diopsīds.

Kvartāra ģeoloģiskā perioda Apriķu un Lažas māli bez mālu minerāliem illīta un kaolinīta satur arī karbonātu – kalcīta un dolomīta piemaisījumus, kuri termiski sadalās  $600 - 800^\circ\text{C}$  temperatūrā, kad apdedzināmajā materiālā ir jau izveidojies neliels daudzums šķidrās fāzes – apdedzināmais materiāls ir piroplastiskā stāvoklī. Kopīgie masas zudumi šajā temperatūru intervālā pēc termiskās analīzes datiem ir 9,24 % Apriķu mālos un 4,80 % Lažas mālos. Lai gan masas zudumi Lažas mālos ir mazāki, tie labi uzpūšas, jo  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  saturs tajos ir ievērojami lielāks nekā Apriķu mālos, kas nodrošina papildus skābekļa izdalīšanos dzelzs (III) oksīda reducēšanās procesā par dzelzs (II) oksīdu. Vienlaicīgi dzelzs oksīdi, bet jo sevišķi FeO, no māla ražotos materiālos ir kušņi, kas palielina šķidrās fāzes daudzumu, tātad uzlabo piroplastisko stāvokli, kas ir priekšnoteikums šūnu keramikas iegūšanai. Rentgena fāžu analīze apdedzinātās granulās uzrāda anortītu  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$  un kvarcu (skat. 10.att.). Anortīts ir relatīvi viegli kūstošs savienojums, kurš  $1150^\circ\text{C}$  temperatūrā ir piroplastiskā stāvoklī.

#### IV. SECINĀJUMI

Šūnu keramikas veidošanās process Latvijas devona, juras un kvartāra mālos notiek atšķirīgi. Atkarībā no mālu ķīmiskā un mineraloģiskā sastāva un nepieciešamajām iegūstamā

materiāla īpašībām, jāizvēlas noteikts termiskās apstrādes režīms, piedevu daudzums un veids. No devona perioda māliem, no kuriem šajā darbā izmantoti tikai Liepas atradnes māli, ar nelielu izdegošo piedevu daudzumu vienpakāpes režīmā iespējams iegūt vieglas porainas granulas. Kā rāda termiskās analīzes līkņu izmaiņas raksturs, devona mālos kausējuma veidošanās process sākas virs 900°C un norit divos posmos, starp kuriem notiek jaunu kristālisko fāžu veidošanās. No Latvijas karbonātus saturošiem kvartāra māliem, ja tajos dzelzs (III) oksīda saturs ir 6-7 masas %, iespējams iegūt vieglas šūnainas struktūras granulas arī bez izdegošām piedevām vai arī izdegošo piedevu daudzums ir neliels. Termiskās apstrādes laikā granulu piroplastisko stāvokli nodrošina neliela šķidrās fāzes daudzuma klātbūtne, ar ko saistīta dzelzs oksīda klātbūtne mālos, vai arī kālija laukšpata kalcija laukšpata (anortīta) klātbūtne, kuru kušanas temperatūra ir attiecīgi 1160°C un 1500°C. Materiālu atdzesējot pēc termiskās apstrādes, gan kālija, gan kalcija laukšpats kristalizējas par attiecīgiem savienojumiem.

#### LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Švinka V., Lindiņa L. Latvijas mālu mineralogiskais sastāvs un to termokīmiskās pārvērtības apdzēsības procesā. *Latvijas ķīmijas žurnāls*, 1994, N 3, 295.-303.lpp.
2. Švinka V., Cimmers A., Lindiņa L., Švinka R., Ancāns L. Fāžu veidošanās process karbonātus saturošos hidrovislu mālos. *Latvijas ķīmijas žurnāls*, 1997, N 2, 31.-36.lpp.
3. Sveda M., Bagel L., Komora L. A new possibility for pore-forming in the clay body, *Zielindustrie*, 1996, vol.14, p.240-245
4. Bidermanis L., Švinka V., Švinka R., Timma I., Lindiņa L., Cimmers A. Mālu izejvielu novērtējums šūnainās keramikas iegūšanai. *RTU zin.rakstu krāj. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*, 2009, p93-100.
5. Mendes M.R., Rocha J.C., Riella H.C. Production of lightweight aggregates by piroexpansion of residues. In: *17-th Int.conf.on solid waste technol and management*. Philadelphia, USA, 2001, p.318-325
6. São Marcos P., Labrincha J.A., Rosenbom K. Incorporation of paper-pulp sludge on expanded clay formulations. In: 10-th

Int.ceram.congr.CIMTEC Florence, Italia, 2002. vol. 5, Science fot new technology of silicate ceramic.Faenza, 2002, p.337-344

7. Weinecke M.H., Faulkner B.P. Production of lightweight aggregate from waste materials. *Mining Engineering*, 2002, vol.54, N 11, p.39-43

**Visvaldis Svinka**, Dr.sc.hab.ing. (1997) RTU. Assoc.prof., leading researcher in Riga Technical University Faculty of Material Science and Applied Chemistry Institute of Silicate Materials. Author of upwards 100 scientific works and 16 patents in the field of silicate materials and technical ceramic. The Member of German Ceramic Society, Member of Scientific Dokorate Concil P-02.  
Phone: +37167615560 e-Mail: [svinka@ktf.rtu.lv](mailto:svinka@ktf.rtu.lv)

**Laimons Bidermanis**, Dr.sc.ing. (1992) RTU. Leading researcher in Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. Author of 73 scientific works and 8 patents in the field of metal enameling and silicate ceramics.  
Phone: +371 67089217

**Ruta Svinka**, Dr.sc.ing. (1993) RTU. Leading researcher in Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. Author of more than 90 scientific works and 8 patents in the field of silicate materials and technical ceramics. Member of the board of Latvian Materials Research Society  
Phone: +37167615560, e-Mail [svinka@ktf.rtu.lv](mailto:svinka@ktf.rtu.lv)

**Lauma Lindina**, Dr.sc.ing. 1992, (RTU). Researcher in Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. Author of about 100 scientific works in the field of clay mineralogy and x-ray phase analysis.  
Phone: +371 67615560, e-Mail: [laumalindina@inbox.lv](mailto:laumalindina@inbox.lv)

**Andris Cimmers**, Dr.sc.ing. (1991). Leading researcher in Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. Author of more than 60 scientific works. The main outputs are protected by 15 patents of Latvia and Russia in the field of metal enamelling and heavy ceramics  
Phone: + 371 67615560, e-Mail: [cimmers@ktf.rtu.lv](mailto:cimmers@ktf.rtu.lv)

**Inta Timma**, ing. (1975) RTU. Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry. Author of about 10 scientific works in the field of thermal analysis.  
Phone: +371 67089249, e-Mail: [dekanats@mail.ktf.rtu.lv](mailto:dekanats@mail.ktf.rtu.lv)

#### **Visvaldis Svinka, Laimons Bidermanis, Ruta Svinka, Lauma Lindina, Andris Cimmers, Inta Timma. Thermochemical Reactions of Clay Minerals for Production of Honeycomb Ceramics**

Latvian clays of three geological ages – Devonian, Jurassic and Quaternary from four deposits are investigated with purpose to produce expanded clay granules. Saw dust in amount of 2wt% is added and granules from plastic ceramic body are formed. Thermal treatment in two different ways is carried out. The first way is one stage: the firing from 20°C at temperature rising rate 1000°C/h. The second way is carried out in two stages: the input of granules heated up to 700°C in the furnace with max temperature. The holding time at the final firing temperature 1150°C by both firing ways is 10 min. Granules of expanded clay with various bulk densities and various coefficient of volume increase are obtained. Granules produced from Quaternary clays of deposits Apriki and Laza by two stage process have the lowest bulk density and highest coefficient of volume increase. Coefficient of volume increase varies in the range 3.9 – 5.8. The production of expanded clay granules from these clays is possible also without combustible additives. Chemical processes in clays occurring as the result of thermal treatment are investigated using differential thermal analyses. Determination of crystalline phases in the clays and the obtained materials is carried out using X-ray phase analysis. The pyroplastic state of material during expanding determines the properties obtained by materials. Pyroplastic state in case of granules from Quaternary clays requires the presence of potassium and calcium feldspars which crystallise during cooling of the expanded materials.

#### **Висвалдис Швинка, Лаймонс Бидерманис, Рута Швинка, Лаума Линдия, Андрис Циммерс, Инта Тимма. Термохимические реакции в глинистых минералах для получения ячеистой керамики.**

Исследованы латвийские глины трех геологических периодов –Девонского, Юрского и Четвертичного из четырех месторождений с целью получения вспученных керамических гранул. К глине добавлено 2 мас.% опилок и гранулы формованы из пластичной глинистой массы. Термические процессы протекающие в глинах, изучены методом термического анализа. Термическая обработка проведена двумя путями при максимальной температуре обжига 1150°C и выдержке при максимальной температуре в течение 10 минут. Первый путь - это в одну стадию от 20 до 1150°C со скоростью поднятия температуры 1000°C в час, второй – материал, предварительно нагретый до 700°C, помещают в печь с температурой 1150°C. Получены гранулы с различной объемной массой и коэффициентом увеличения объема. Самую низкую объемную массу и наиболее высокий коэффициент увеличения объема имеют гранулы, полученные из четвертичной глины месторождений Априки и Лажа. Коэффициент увеличения объема для гранул из четвертичной глины составляет от 3,9 до 5,8. Получение вспученных гранул из этих глин возможно и без добавки выгорающих добавок, но только с уменьшенным коэффициентом увеличения объема. Основная предпосылка для ролучения керамзита – это образование пиропластичного материала при максимальной температуре обжига, которая выполняется в случае девонской и особенно при четвертичной глине. Для изучения термохимических процессов, протекающих при обжиге глин в результате скоростного обжига, использован дифференциальный термический анализ. Определение кристаллических фаз в глинах и вспученных гранулах проведено рентгенофазовым анализом.