

Mālu izejvielas keramzīta ātrās apdedzināšanas tehnoloģijai

Visvaldis Švinka¹, Ruta Švinka², Laimons Bīdermanis³, Inta Timma⁴, Andris Cimmers⁵, ¹⁻⁵ Riga Technical University

Kopsavilkums. Rakstā analizēti literatūras dati par keramzīta ražošanu ar divpakāpju paņēmieni izmantojamām izejvielām. Dots apskats par Latvijas devona un kvartāra māliem, kas pēc agrākiem pētījumiem uzskatīti par noderīgiem vieglu keramikas granulu ražošanai. Tālāk analizētas tās Latvijas mālu izejvielas, kas ir noderīgas keramzīta ražošanai ar ātrās apdedzināšanas tehnoloģiju. Laboratorijas apstākļos iegūtas keramzīta granulas ar vienpakāpes tehnoloģiju un noteiktas to galvenās īpašības: uzpūšanās koeficients apdedzināšanas laikā, šķietamais blīvums, porainība un poru izmēru sadalījums.

Atslēgas vārdi: Latvijas māli, keramzīts, ātrā apdedzināšana, porainas granulas.

I. IEVADS

Ātrās apdedzināšanas tehnoloģijas ir viens no keramikas materiālu ražošanas attīstības galvenajiem virzieniem. Noteicošie faktori no māliem ražotas keramikas termiskās apstrādes ātrumam ir apdedzināšanas laikā notiekošie ķīmiskie un fizikālie procesi.

Ātrās apdedzināšanas tehnoloģijai līdz šim vismazāk vērtības ir veltīts keramzīta (šūnainas keramikas) ražošanā. Šāds modernas tehnoloģijas trūkums saistīts ar apdedzināšanas tehnoloģiskajām iekārtām. Ir formulētas prasības, kas nosaka mālu izejvielu atbilstību šūnainas struktūras granulu – keramzīta – iegūšanai ar klasisko divpakāpju tehnoloģiju [1]. Izejvielu noderīgumu nosaka gan ķīmiskais, gan mineraloģiskais, gan granulometriskais sastāvs. Pēc ķīmiskā sastāva: $\text{CaO} \leq 5 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq 6 \%$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \geq 4 \%$. Pēc mineraloģiskā un granulometriskā sastāva mālu frakcijas daudzumam jābūt ne mazākam par 60 %, pie kam tajā

hidrovizlām (illītam) jābūt pārsvarā. Putekļu un smilšu daudzums mālos nedrīkst pārsniegt 20 % [4].

Arī Latvijas māli agrāk ir pētīti šādai divpakāpju keramzīta ražošanas tehnoloģijai [2-5]. Šīm prasībām atbilstošo mālu sastāvs parādīts 1.tabulā.

Klasiskā tehnoloģija (divstadiju process) paredz lēnu pakāpenisku temperatūras celšanu līdz 850°C. Temperatūras celšanas ātrumu ierobežo adsorbētā un ķīmiski saistītā ūdens izdalīšanās no mālu minerāliem. Tālāk notiek strauja temperatūras celšana līdz 1100 - 1200°C un izturēšana maksimālajā temperatūrā. Otrās apdedzināšanas stadijas laikā veidojas granulu iekšējā šūnainā struktūra tāpēc, ka tajā veidojas reducējoša apdedzināšanas vide, jo granulas apvalks sablīvējas. Svarīgs keramzīta izejvielu raksturojošs lielums ir uzpūšanās – deformācijas temperatūra un atbilstošās temperatūras intervāls (2.tabula).

Tehnoloģiski sarežģīti ir realizēt keramzīta ražošanu, kas saistīta ar granulu tilpuma ievērojamu palielināšanos, bez granulu salipšanas apdedzināšanas procesā, ja uzpūšanās – deformācijas temperatūru intervāls ir < 50°C. Uzpūšanās – deformācijas temperatūru un temperatūras intervālu ietekmē sārnu un sārmezju metālu oksīdu saturs izejvielās. Liela nozīme keramzīta struktūras veidošanā ir dzelzs oksīdu daudzumam izejvielās. Reducējošā vidē dzelzs joni maina oksidācijas pakāpi un izdala gāzi – skābekli, kas ir poru veidošanās pamatprocess 1150 - 1200°C temperatūrā. Īpaša nozīme keramzīta ražošanas izejvielu sastāvā ir TiO_2 klātbūtnē [1]. Titāna oksīds darbojas kā mineralizators stiklveida fāzes kristalizācijas procesā granulu atdzesēšanas laikā, kas uzlabo granulu mehānisko izturību.

1.TABULA

DAŽU LATVIJAS MĀLU ĶĪMISKAIS UN GRANULOMETRISKAIS SASTĀVS

Atradne	Granulometriskais sastāvs, masas %			Ķīmiskais sastāvs, masas %					
	Māli, Ø≤0,005 mm	Putekļi Ø 0,005-0,05 mm	Smiltis, Ø≥0,05 mm	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O + K ₂ O
Devona māli									
Kuprava [5]	47	40	12	61,1	13,7	6,4	3,3	3,6	5,14
Tūja [2,5]	34	30	35	67,7	11,5	4,9	2,1	2,8	4,43
Planči [5]	31	29	40	65,3	17,5	5,6	2,4	3,3	3,90
Liepa (sarkanie)[2]	37	35	27	67,7	14,7	6,54	0,62	7,01	3,77
Kvartāra māli									
Nīcgale [3,5]	63,8	32,1	4,1	53,8	16,6	6,63	6,57	3,17	3,52
Apriķi [4]	85,6	11,7	2,4	52,5	15,6	5,76	6,93	4,36	4,03
Laža [2-4]	76,3	17,3	5,8	46,5	18,7	7,06	6,62	3,24	5,03
Prometejs [3,4,6]	84,5	13,3	1,8	47,7	15,58	10,48	5,70	3,92	3,82

2.TABULA

UZPŪŠANĀS - DEFORMĀCIJAS TEMPERATŪRAS UN TO INTERVĀLS [2,3,5]

Atradne	Uzpūšanās – deformācijas temperatūra, °C	Uzpūšanās – deformācijas temperatūras intervāls, °C
Devona māli		
Kuprava	1070	112
Tūja	1190	110
Planči	1200	40
Liepa (sarkanie)	1200	Nav datu
Kvartāra māli		
Nīcgale	1160	44
Apriķi	Nav datu	Nav datu
Laža	1100	38
Prometejs	1085	76

II. MATERIĀLI UN METODES

Pētījumos izmantoti devona perioda Kupravas, Planču, Tūjas un Liepas (sarkanie) atradņu māli un kvartāra perioda Nīcgales, Lažas, Apriķu un Prometeja māli. No plastiskas attiecīgo mālu masas ar 2 % minerāleļļas piedevu un mitruma saturu 20 % izveidotas cilindriņveida granulas, kuru augstums un diametrs 20 mm. Divpakāpju tehnoloģija saistīta ar izžāvētu granulu apdedzināšanu divās stadijās: 1.stadija – izžāvētu granulu ievietošana līdz 500°C temperatūrai uzkrāsētā krāsnī un granulu izturēšana šajā temperatūrā 6 min.; 2. stadija – uzkrāsēto granulu pārvietošana līdz 1150°C temperatūrai uzkrāsētā krāsnī un izturēšana šajā temperatūrā 10 min. Paraugi izņemti no krāsns un ātri atdzesēti gaisā. Ar ātro apdedzināšanas tehnoloģiju pētīta keramzīta iegūšanas iespēja no devona perioda Planču māliem, tiem iepriekš pievienojot 25 % smilšu un smilšainiem Tūjas māliem. Izžāvētas granulas ievietotas līdz 1200°C temperatūrai uzkrāsētā krāsnī, izturētas šajā temperatūrā 10 min. un strauji atdzesētas gaisā. Iegūtajām granulām noteikts granulu uzpūšanās koeficients un tilpuma masa. Uzpūšanās koeficients aprēķināts pēc tilpuma palielināšanās, salīdzinot izžāvētu granulu un apdedzinātu granulu tilpumu. Tilpuma masa noteikta ar hidrostatiskās svēršanas paņēmieni. Poru izmēru sadalījums, porainība un īpatnējā virsma noteikta ar dzīvsudraba porozimetriju (Quantachrome Instrument, ASV). Iegūto granulu mineraloģiskais sastāvs noteikts ar rentgenstaru difraktometru Rigaku Ultima+, izmantojot CuK α starojumu un skenēšanas ātrumu 2°/min). Difraktogrammas atšifrētas, izmantojot PDF-4+ 2010 datu bāzi. Apdedzināšanas laikā notiekošo termokīmisko procesu analīzei izmantotas pētīto mālu termogrammas (termiskās analīzes iekārta SETERAM SETSYS Evolution, 1750, karsēšanas ātrums 10°/min.).

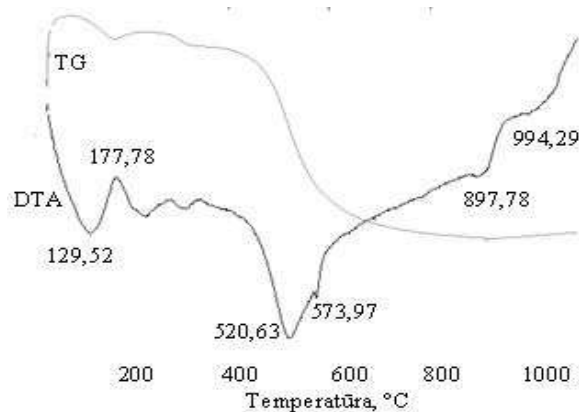
III. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA UN REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS

Ņemot vērā 1.tabulā uzrādītos pētāmo mālu ķīmiskos sastāvus attiecībā uz Fe₂O₃ saturu, keramzīta ražošanai pēc klasiskās divstadiju tehnoloģijas nav izmantojami Tūjas,

Planču un Apriķu māli, bet sevišķi noderīgi varētu būt Prometeja māli. Savukārt pēc CaO satura neviens no kvartāra māliem šādam mērķim nav piemēroti. Pēc granulometriskā sastāva keramzīta ražošanai būtu izmantojami vienīgi Apriķu un Prometeja māli. Ņemot vērā uzpūšanās – deformācijas intervāla garumu (2.tab.), keramzīta ražošanai ir piemēroti Kupravas, Tūjas un Prometeja māli. Darbā izmantoto mālu ķīmiskā un granulometriskā sastāva analīze ļauj secināt, ka literatūrā [1,4] minētie kritēriji ne vienmēr atbilst reālajai situācijai, jo Kupravas un Nīcgales māli jau tika izmantoti keramzīta ražošanai.

Visos Latvijas devona un kvartāra mālos noteicošais mālu minerāls ir hidrovizlas un neliels daudzums kaolinīta.

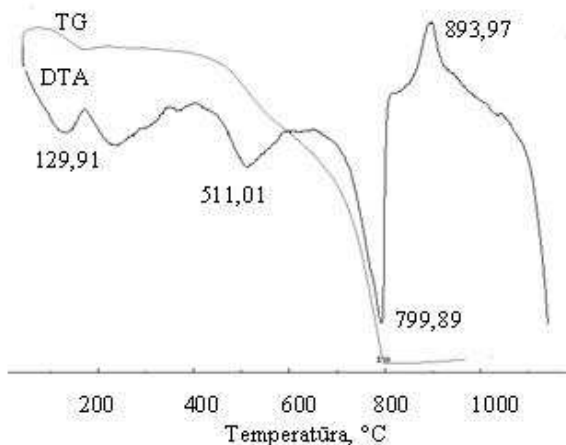
Tāpēc pētīto mālu termiskā analīze ļauj izdarīt secinājumus par procesiem, kādi notiek mālu apdedzināšanas laikā un iespējamu apdedzināšanas procesa dažādošanu, t.i., lielāku vai mazāku temperatūras celšanas ātrumu, lielāku vai mazāku šķidrās fāzes (kausējuma) daudzumu saņemšanas procesa laikā un līdz ar to iespējamu šūnainas keramikas veidošanos un šādas struktūras iespējamu saglabāšanos. Daļai pētīto mālu (Laža, Liepa, Apriķi) termiskās analīzes dati izmantoti mūsu iepriekšējās publikācijās [6,7]. Salīdzinot Tūjas un Prometeja mālu termogrammas (1.un 2.att.), redzama atšķirība starp šiem māliem ir ne tikai endotermisko un eksotermisko efektu temperatūru ziņā, bet arī DTA un TG līknes raksturā.



1.att. Tūjas mālu termiskās analīzes rezultāti.

Stāvāka augšupejoša DTA līkne virs mālu minerālu un karbonātu sadalīšanās temperatūrām varētu liecināt par šķidrās fāzes klātbūtni paraugā. Tāpat nelielais masas pieaugums uz TG līknes arī varētu liecināt par šķidrās fāzes klātbūtni, jo tā varētu absorbēt gāzes no krāsnī esošās apkārtējās vides. Par šķidrās fāzes klātbūtni varētu liecināt arī endotermiskais efekts ap 900°C visos pētītajos devona perioda mālos.

Keramzīta ražošanas procesā svarīgs kvalitātes rādītājs ir uzpūšanās koeficients, t.i., izžāvētu granulu tilpuma palielināšanās apdedzināšanas laikā, un to tilpuma masa, kas nosaka šī materiāla izmantošanu keramzītbetona ražošanai ar samazinātu siltuma vadāmības koeficientu. Ar divstadiju paņēmieni iegūto granulu uzpūšanās koeficienta un tilpuma masa redzama 3.tabulā.



2.att Prometeja mālu termiskās analīzes rezultāti.

3.TABULA

DIVPAKĀPIJU REŽĪMĀ (20°C→500°C→1150°C) APDEDZINĀTU PĒTĪTO MĀLU ĪPAŠĪBAS

Mālu atradne	Uzpūšanās koeficients	Tilpuma masa, g/cm ³
Kuprava	1,0	1,64
Tūja	1,13	1,48
Planči	0,90	2,07
Liepas sarkanie	Nav rezultāta	Nav rezultāta
Nīcgale	3,9	0,65
Apriķi	6,8	0,31
Laža	Nav rezultāta	Nav rezultāta
Prometejs	6,9	0,25

Uzpūšanās koeficienta palielināšanai divstadiju paņēmiena gadījumā pirmās pakāpes temperatūra izvēlēta nedaudz zemāka par dehidroksilācijas temperatūru, kad mālu minerāli jau sāk sadalīties. Dehidroksilācijas process pēc tam varētu beigties otrajā stadijā un varētu sagaidīt, ka ūdens tvaika izdalīšanās varētu radīt papildus poras kopā ar tradicionālo šūnu keramikas veidošanās procesu, kad, daļēji strauji sadegot organiskajai piedevai, reducējas Fe(III) oksīds un skābeklis kopā ar oglekļa monoksīdu uzpūš drumstalu. Kā rāda iegūtie rezultāti, tad ne vienmēr notiek sagaidāmais process. Devona mālos (Kupravas, Tūjas un Planču atradnes) uzpūšanās šajā apdedzināšanas režīmā vispār nenotiek, jo Fe₂O₃ saturs (1.tab.) ir tuvu literatūrā uzrādītajai kritiskajai robežai (≥6 %) un putekļu un smilšu frakciju kopīgais saturs ir lielāks par 20 %. Kvartāra māli (Nīcgales, Apriķu un Prometeja atradnes) uzpūšas ļoti labi, bet īsā uzpūšanās – deformācijas intervāla dēļ to praktiska izmantošana ražošanā bez liesinošām piedevām ir stipri apgrūtināta.

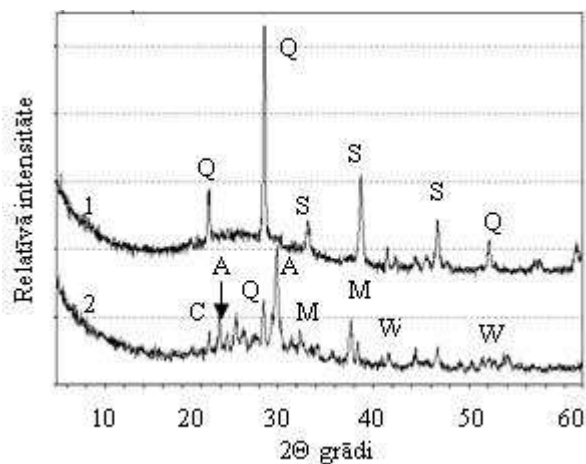
Rentgenstaru difrakcijas fāžu analīze liecina par dažādu kristālisko fāžu izveidošanos apdedzinātajā materiālā, kuras parādītas 4.tabulā.

4.TABULA

1150°C TEMPERATŪRĀ APDEDZINĀTA KERAMZĪTA MINERALOGISKAIS SASTĀVS

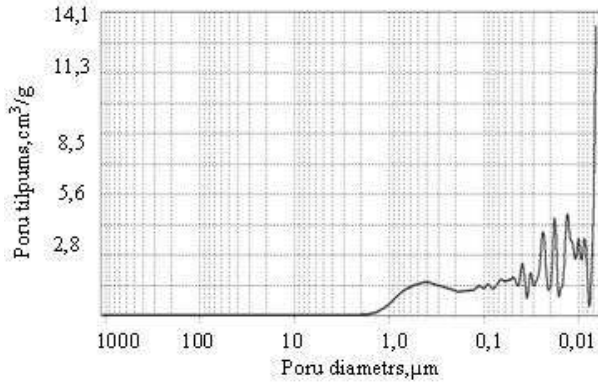
Mālu atradne	Dominējošā kristāliskā fāze	Papildus kristāliskās fāzes
Kuprava	Kvarcs Špinelis MgO·Al ₂ O ₃	Magnetīts Hematīts
Tūja	Kvarcs Špinelis	Hematīts Fe ₂ O ₃ Vustīts Feo
Planči	Kvarcs Špinelis	Vustīts Feo hercīnīts FeAl ₂ O ₄
Nīcgale	Anortīts Kvarcs	Magnetīts Kristobalīts
Apriķi	Anortīts Kvarcs	Magnetīts Kristobalīts
Laža	Anortīts Kvarcs	Magnetīts Kristobalīts Vurcīts
Prometejs	Špinelis kvarcs	nav

No mineralogiskā viedokļa interesi rada Apriķu un Prometeja mālu keramzīts. Abi šie māli pēc ķīmiskā un granulometriskā sastāva ir ļoti līdzīgi. Vienīgā ievērojamā atšķirība ir dzelzs oksīda saturs, kas Lažas mālos ir 5,75%, bet Prometeja mālos 10,48 %. 1150°C temperatūrā apdedzinātā Apriķu un Prometeja mālu keramzīta difraktogrammas parādītas 3.attēlā



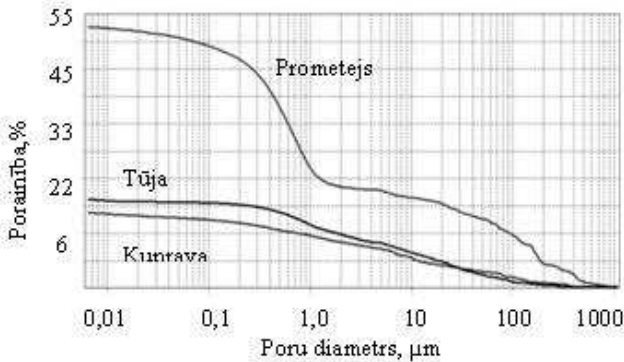
3.att. 1150°C temperatūrā apdedzināta Prometeja (1) un Lažas (2) mālu keramzīta difraktogrammas

Salīdzināšanas nolūkā ar divstadiju paņēmieni izgatavotas kvartāra (Prometeja atradne) un devona (Tūjas un Kupravas atradnes) keramzīta granulas. Poru izmēru sadalījums Prometeja mālu keramzīta granulās pēc dzīvsudraba porozimetrijas (4.att.) liecina, ka poru diametrs ir robežās no 1 līdz 0,05 μm. Dzīvsudraba porozimetrija uzrāda šī keramzīta porainību 52,7 %.



4.att. Poru izmēru sadalījums Prometeja mālu keramzīta granulās, kas iegūtas ar divstadiju paņēmieni.

Ar divstadiju paņēmieni izgatavotas kvartāra perioda Prometeja un devona perioda Kupravas un Tūjas mālu granulas. 3.tabulas rezultāti liecina, ka Prometeja māli uzpūšas ļoti stipri (uzpūšanās koeficients ir 6,9, bet Kupravas un Tūjas mālu granulas tajā pašā apdedzināšanas režīmā praktiski neuzpūšas (uzpūšanās koeficienti attiecīgi 1 un 1,13. Porainība atkarībā no poru diametra rāda (sk.5.att.), ka Prometeja mālu granulām tā ir ievērojama, salīdzinot ar devona mālu granulu porainību.



5.att. Porainības salīdzinājums Prometeja, Kupravas un Tūjas mālu keramzīta granulās, kas iegūtas ar divstadiju paņēmieni.

Iepriekšējās publikācijās [6-8] bija apskatīta iespēja iegūt keramzītu ar vienkārtīgu paņēmieni. Šādam mērķim tika izmantots devona perioda Tūjas mālu smilšains paraugs, bet Liepas un Planču māliem palielināts smilšu frakcijas saturs, pievienojot 50 un 25 % maltas smiltis. Šo sastāvu granulas apdedzinātas gan pēc divstadiju, gan pēc vienkārtīgas paņēmiena. Iegūto rezultātu salīdzinājums parādīts 4.tabulā.

No Nīcgales, Apriķu, Lažas un Prometeja atradņu kvartāra māliem ar vienkārtīgu paņēmieni keramzītu iegūt nav iespējams, jo, lielā mērvielu satura dēļ, strauji karsējot paraugi sasprāgst vai sadalās. Ar divstadiju paņēmieni keramzīta ražošana no kvartāra māliem ir saistīta ar granulu deformāciju un salīšanu (sk. 6.att.), par ko liecina „allo” Lažas un Prometeja mālu keramzīta difraktogrammās (sk.3.att.) 20 – 30 2θ° intervālā. Šajā darbā iegūtie rezultāti liecina, ka no devona māliem ir iespējams iegūt keramzītu, pie tam ar ievērojami lētāku ražošanas tehnoloģiju.

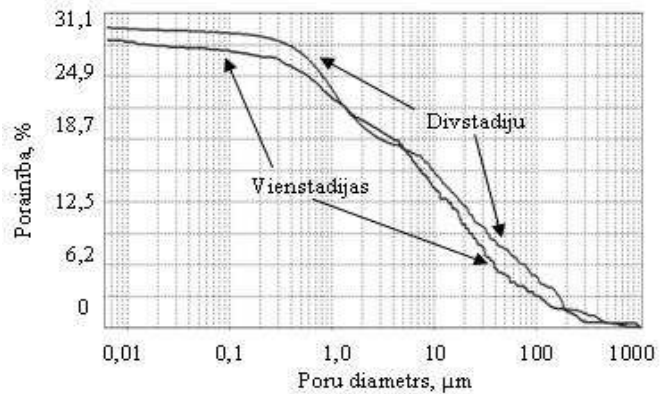


6.att. Ar divstadiju paņēmieni iegūtas Apriķu (a) un Nīcgales (b) keramzīta granulas.

5.TABULA

SALĪDZINOŠA KERAMZĪTA TILPUMA MASA PĒC DIVU VEIDU TERMISKĀS APSTRĀDES

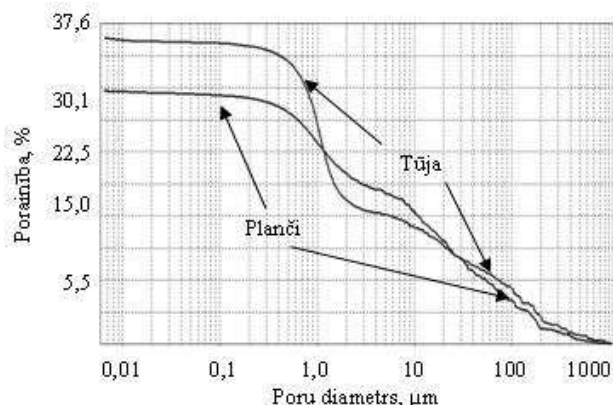
Sastāvs	Tilpuma masa, g/cm ³	
	20°C→500°C →1150°C	20°C→ 1200°C
Liepas māli + 25% smiltis	1,77	1,11
Planču māli +25% smiltis	0,95	0,72
Tūjas māli (smilšaini)	1,48	1,03



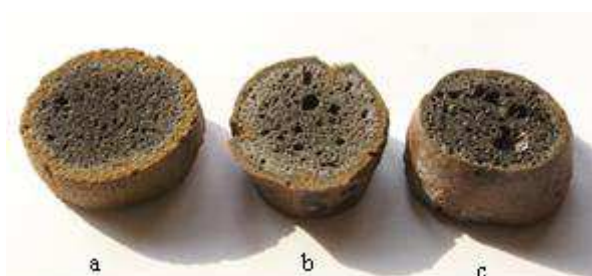
7.att. Porainība ar vienkārtīgu un divstadiju paņēmieni iegūtām Planču mālu granulām ar 25 % smilšu piedevu.

Planču mālu ar 25 % smilšu piedevu ar vienu un otru paņēmieni iegūtā keramzīta īpašību salīdzinājums rāda, ka smilšu piedeva ļauj samazināt ar vienkārtīgu paņēmieni iegūto granulu tilpuma masu (sk. 5.tab.). Līdz ar to arī porainība (7. att.) ir lielāka ar vienkārtīgu paņēmieni iegūtajam keramzītam, salīdzinot ar divstadiju iegūšanas paņēmieni. Tomēr ar vienkārtīgu paņēmieni iegūtajās granulās porainības daļa no porām ar diametru 5-200μm un 1–0,05 μm ir lielāka nekā ar divstadiju paņēmieni iegūtajās keramzīta granulās. Lielāko porainības daļu abos gadījumos nodrošina poras ar izmēru no 1,0 līdz 0,05 μm.

Salīdzinot porainību ar vienkārtīgu paņēmieni iegūtajās smilšaino Tūjas mālu un Planču mālu ar 25% smilšu piedevu granulās (8.att.), redzams, ka pēc tilpuma lielāko daļu poru veido mazās poras ar diametru 1 – 0,01 μm. Lielo poru (Ø ≥ 10 μm) daudzums abu veidu paraugos ir aptuveni vienāds. Atšķirības sākas mazāko poru izmēru (< 10 μm) diapazonā.



8.att. Porainība ar vienstadijas paņēmienu apdedzinātu Tūjas un Planču mālu ar 25% smilšu piedevu granulām.



9.att. Ar vienstadijas paņēmienu iegūto Liepas mālu ar 25% smilšu piedevu (a), Tūjas smilšaino mālu (b) un Planču mālu ar 25% smilšu piedevu (c) keramzīta granulas.

Redzams, ka visos trijos paraugos (sk.9.att.) poru struktūra ir atšķirīga. Liepas mālu ar 25% smilšu piedevu granulās (a), kam ir vislielākā tilpuma masa no pētītajiem paraugiem, poras ir neliela izmēra, bet granulas virskārta visbiežākā, salīdzinot ar pārējiem pētītajiem paraugiem. Tūjas smilšaino mālu granulās (b) poras ir ievērojami lielākas un krāsa gaišāka nekā pārējos paraugos, kas var liecināt par nepietiekamu Fe_2O_3 un/vai organisko piedevu daudzumu mālos. Par to liecina arī Tūjas mālu ķīmiskajā sastāvā (sk.1.tab.) vismazākais Fe_2O_3 saturs. Savukārt Planču mālu ar 25% smilšu piedevu granulās (c), kam ir vismazākā tilpuma masa $0,72 \text{ g/cm}^3$, poras ir ar dažādu diametru. Granulas augsti porainā daļa ir tumšā krāsā un blīvākā virskārta visplānākā. Fe_2O_3 saturs šajos mālos ir ievērojami lielāks nekā Tūjas mālos. Ar dzīvsudraba porozimetrijas metodi noteiktā porainība un īpatnējās virsmas lielumi apkopoti 6.tabulā.

6.TABULA

KERAMZĪTA RAKSTUROJUMS PĒC DZĪVSUDRABA POROZIMETRIJAS REZULTĀTIEM

Māli un iegūšanas paņēmiens	Porainība, %	Īpatnējā virsma, g/cm^3
Prometejs, divstadiju	52,73	37,46
Kuprava, divstadiju	15,12	7,47
Tūja, divstadiju	17,85	8,62
Planči, divstadiju	28,44	5,79
Planči, vienstadijas	29,64	3,26
Tūja, vienstadijas	35,79	4,85

Iegūtie rezultāti ļauj salīdzināt ar dažādiem paņēmienu iegūta keramzīta īpašības. Kvartāra perioda Prometeja mālu keramzītam ir vislielākā porainība un īpatnējā virsma. Kā rāda šo mālu poru izmēru sadalījums, tas saistīts ar liela daudzuma sīku poru ($\varnothing < 0,1 \mu\text{m}$) klātbūtni (sk. 4.att.). Devona perioda Kupravas mālu keramzītam, kas iegūts ar divstadiju paņēmienu, porainība (sk.5.att.) un īpatnējā virsma ir ievērojami mazākas. Salīdzinot Tūjas smilšaino mālu un Planču mālu ar 25% smilšu piedevu keramzītu, kas iegūts ar abiem paņēmienu, redzams, ka vienstadijas gadījumā abu mālu keramzītam ir lielāka porainība, bet mazāka īpatnējā virsma, kas liecina par to, ka vienstadijas paņēmienu gadījumā, kad granulas tilpumā, sadegot organiskajai piedevai un reducējoties $Fe(III)$ oksīdam, ātrā procesa laikā poru struktūra nespēj nostabilizēties, jo ir pārāk mazs šķidrās fāzes daudzums materiālā un materiālā veidojas pārsvarā lielās poras (sk. 9.att.).

IV. SECINĀJUMI

Ķīmiskajam un granulometriskajam sastāvam un temperatūras celšanas ātrumam ir būtiska nozīme porainu keramikas materiālu – keramzīta apdedzināšanas procesā. Ātrais vienstadijas apdedzināšanas režīms dod iespēju iegūt porainu keramikas struktūru no māla izejvielām ar ierobežotu mālvielu saturu, tādā veidā paplašinot līdz šim Latvijā zināmo izejvielu bāzi keramzīta ražošanai. Vienstadijas ātrais apdedzināšanas process, pēc tā modelēšanas laboratorijas apstākļos, dod iespēju iegūt keramzīta granulas ar biežāku ārējo apvalku un paaugstinātu mehānisko izturību. Vienstadijas apdedzināšanas procesam nepieciešams paaugstināts Fe_2O_3 saturs izejvielās ($\geq 6\%$) un sīkdispersa SiO_2 saturs 15 – 50%. Pēc porozimetrijas datiem vienpakāpes apdedzināšanas procesā iegūto granulu ārējais apvalks ar daļēji caurlaidīgu poru struktūru ir piemērots sorbcijas procesiem un mikrobioloģijas tehnoloģijām.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] ММороз Н.И. Технология строительной керамики. Киев: Наукова думка, 1972. 413.стр.
- [2] Eiduks J., Kalniņš M. Latvijas derīgie izrakteņi un to izmantošana. Rīga: LVI, 1961. 430 lpp.
- [3] Kuršs V., Stinkule A. Māli Latvijas zemes dzīlēs un rūpniecībā. Rīga: Liesma, 1972. 83 lpp.
- [4] Kuršs V., Stinkule A. Latvijas derīgie izrakteņi. Rīga: LU izd., 1997. 199 lpp.
- [5] Минеральное сырье Латвии для промышленности строительных материалов. Рига: Зинатне, 1977. 182 стр.
- [6] Švinka V., Cimmers A., Čertoks S., Švinka R., Bidermanis L. Poru struktūras veidošanās silikātu keramikas materiālos. *RTU zin.raksti. Materiālzinātne*. 2009, Nr.19, 100-108.lpp.
- [7] Švinka V., Bidermanis L., Švinka R., Lindiņa L., Cimmers A., Timma I. Termoķīmiskas reakcijas mālu minerālos šūnu keramikas iegūšanai. *RTU zin.raksti. Materiālzinātne*. Nr.24, 56-60.lpp.
- [8] Švinka V., Bidermanis L., Švinka R., Cimmers A. Keramzīta iegūšanas paņēmiens. LV pat. 14291 B, 2011.

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.

2012 / 26

The Member of German Ceramic Society, Member of Scientific Dokorate Concil P-02.

Phone: +37167615560 e-Mail: svinka@ktf.rtu.lv

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 upwards 90 scientific works and 8 patents in the field of silicate materials and technical ceramic. The Member of American Ceramic Society, the Member of board of Latvian Materials Research Society

Phone: +37167615560, e-Mail 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 field of metal enamelling and silicate ceramic.

0, e-Mail: cimmers@ktf.rtu.lv

Phone: +371 67089217

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 analyses.

Phone: +371 67089249, e-Mail: dekanats@mail.ktf.rtu.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 upwards 60 scientific works. The main outputs are protected by 15 patents of Latvia and Russia in the field of metal enamelling and heavy ceramic

Phone: + 371 6761556

Visvaldis Svinka, Ruta Svinka, Laimons Bidermanis, Inta Timma, Andris Cimmers. The Raw Materials of Clay for the Fast Firing Technology of Expanded Clay Pellets.

Production of expanded clay pellets is possible by using of different hydromica containing clay of Latvia. The chemical composition and grain size distribution of clays have essential significance. The transition to the one-stage firing is possible by addition of leaning materials to the clay, ie., milled sand. The content of Fe(III) is necessary to increase in the raw materials mix for the producing of expanded clay pellets. The using of iron oxide residues is possible. The obtaining of expanded clay pellets with different properties such as bulk density and coefficient of expanding is possible by adjust of chemical composition and grain size distribution. Such expanded clay pellets are with various application possibilities. The pellets of expanded clay obtained by two-stage technology characterise with highest porosity and highest specific surface area. The producing of such pallets is inconvenient with tendency to adhesion between pellets during firing and such pellets have low mechanical strength. The external layer of pellets is thicker and mechanical strength of granules increase by one-stage firing. Expanded clay produced from quaternary clay of deposit Prometejs characterises with the highest porosity and specific surface area. Such pore structure is concerned with presence of large amount of small pores with diameter smaller to 0.1 μm . Expanded clay pellets produced from Devonian clay of deposit Kuprava by one-stage firing characterise with considerably lower porosity and specific surface area. The expanded clay pellets obtained by one-stage from lean Devonian clay of deposit Tuja and Devonian clay of deposit Planci with addition of 25 % of milled sand in comparison with pellets obtained by two-stage firing, characterise higher porosity but lower specific surface area. The external layer of expanded clay pellets by one-stage fast firing is partially permeable structure and is suitable in the sorption processes and technology of microbiology.

Висвалдис Швинка, Рута Швинка, Лаймонс Бидерманис, Инта Тимма, Андрис Циммерс. Глинистое сырье для технологии скоростного обжига керамзита.

Для получения керамзита можно использовать различную гидрослюдистую глину Латвии. Важное значение имеет как химический, так и гранулометрический состав глины. Переход на одностадийный обжиг возможен при добавлении обедненных материалов, например, песка. Повышение содержания трехвалентного железа возможно при использовании железосодержащих промышленных отходов. Регулированием состава сырья возможно получение гранул керамзита с различной объемной массой, различным коэффициентом вспучивания. Возможно получение керамзита с различными возможностями применения. Гранулы, получаемые с помощью двухстадийной технологии, имеют большую пористость, большую удельную поверхность, но производство затруднено в связи с тенденцией слипания во время обжига. Такие гранулы имеют небольшую механическую прочность. При одностадийной технологии обжига образуется более толстая внешняя оболочка и повышается механическая прочность гранул. Полученные результаты дают возможность сравнивать свойства керамзита, полученного различными методами. Керамзит четвертичной глины месторождения Прометейс имеет наибольшую пористость и удельную поверхность. Это связано с наличием большого количества мелких пор диаметром менее 0,1 микрона. Керамзит из девонской глины месторождения Куправа, полученный в одностадийном процессе, имеет значительно низкую пористость и удельную поверхность. При сравнении керамзита, полученного из обедненной девонской глины месторождения Туя и девонской глины месторождения Планчи с добавкой 25 % песка обоими способами, видно, что керамзит, полученный в одностадийном процессе, имеет большую пористость, но удельная поверхность этого керамзита меньше. По результатам пороизмерения внешняя оболочка керамзита, полученного скоростным методом обжига, имеет частично проницаемую пористую структуру и он пригоден в сорбционных процессах и в технологиях микробиологии.