

# Latvijas dolomītu un mālu ietekme uz kordierīta keramikas veidošanos un īpašībām

Maris Rundans<sup>1</sup>, Ingunda Sperberga<sup>2</sup>, Gaida Sedmale<sup>3</sup>, <sup>1-3</sup> Riga Technical University, Girts Stinkulis, University of Latvia

**Kopsavilkums.** Kordierīta keramikas iegūšanai ir iespējams izmantot gan sintētiskas, gan dabiskas izejvielas. Darbā ir parādīta kordierīta keramikas iegūšana, aizstājot daļu nepieciešamo sintētisko izejvielu ar dažādiem Latvijas atradņu dolomītiem un mālu.

Iegūto paraugu, kas apdedzināti dažādās temperatūrās, keramikās īpašības noteiktas ar hidrostatiskās svēršanas metodi, to kristālisko fāžu sastāvs pētīts ar rentgenfāžu analīzi. Paraugiem noteikta un izvērtēta spiedes izturība. Ir noteikts, ka kordierīts sāk veidoties 1250 °C temperatūrā, bet dolomītu un mālu pievienošana pazemina nepieciešamo apdedzināšanas temperatūru līdz 1150-1200 °C. Bez kordierīta kristāliskās fāzes, atkarībā no apdedzināšanas temperatūras, veidojas arī špinelis, korunds un anortīts. Noteikts, ka mālu pievienošana, lielākajā daļā gadījumu, samazina paraugu spiedes izturību.

**Atslēgas vārdi:** dolomīts, kordierīts, augsttemperatūras sintēze, minerālās izejvielas.

## IEVADS

Kordierīts ir dabā sastopams magnija alumosilikāts ( $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ ), kas var veidot dažādas modifikācijas – gan metastabīlas, gan termodinamiski stabīlas heksagonālās un rombiskās singonijas kristālu formas [1]. Pastiprinātu interesi izraisa tieši sintētiski iegūstami heksagonālās singonijas kordierīta materiāli, jo tā šūnveida kristālu struktūra un ļoti zemais lineārais termiskās izplešanās koeficients (LTIK:  $\alpha = 1,5\text{--}4\cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ) [2], paver iespēju izmantot kordierītu saturošu keramiku dažādās augsttemperatūras situācijās, piemēram, izplūdes gāzu filtru katalizatoru sistēmās [3].

Augstā temperatūrā sintezēta (līdz 1400 °C) keramika satur virs 80 % kordierīta kristāliskās fāzes [1], kā arī virkni citas magnija, alumīnija vai silīcija oksīdu saturošas fāzes. Šādiem izstrādājumiem piemīt augsta ugunsturība un zema dielektriskā konstante ( $\epsilon \approx 4$  pie 1MHz frekvences) [4], tādēļ tiek veikti pētījumi, lai varētu šādus materiālus izmantot elektronikā un elektrotehnikā par korunda detaļu aizstājēju.

Kordierīta keramiku visbiežāk iegūst no sintētiskām un dabiskām MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> un SiO<sub>2</sub> saturošām izejvielām, piemēram, talka un kaolīna [5]. Latvijā lietderīgi būtu izmantot plaši sastopamās dabiskās izejvielas – dolomītu un mālu. To izmantošana kordierīta sintēzei dotu papildus MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> un SiO<sub>2</sub>, tajā pašā laikā samazinot nepieciešamo sintētisko izejvielu daudzumu. Savukārt mālu pievienošana papildus ienes Na<sub>2</sub>O un K<sub>2</sub>O, kuri var darboties kā kušņi, tādējādi pazeminot nepieciešamo apdedzināšanas temperatūru, lai iegūtu kordierītu saturošu keramiku. Tomēr, izmantojot dabiskas izejvielas, kā papildus fāzes kordierītam veidojas,

piemēram, špinelis un korunds, kas izmaina iegūtās kordierīta keramikas īpašības [6].

Šī darba mērķis ir izpētīt dažu Latvijas dolomītu un mālu ietekmi uz kordierīta sintēzes apstākļiem un iegūto keramisko materiālu īpašībām atkarībā no sintēzes temperatūras un fāžu sastāva.

## EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

Kordierīta keramikas iegūšanai tika izmantoti tehniskie MgO un Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pulveri, maltas kvarcu (>98 %) saturošās Bāles smiltis, malti Aiviekstes kreisā krasta, Kranciema un Kalnciema atradņu dolomīti, kā arī Usmas atradnes māli.

Izejvielas tika sajauktas stehiometriskās attiecībās tā, lai gala maisījumi saturētu 2MgO:2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:5SiO<sub>2</sub> molu attiecībās, tas ir, 13,78 % MgO, 34,86 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 51,36 % SiO<sub>2</sub> (masas procentos). Daļa (40 %) nepieciešamā MgO tika aizstāta ar dolomītiem. Sagatavotie maisījumi tika apzīmēti ar A (Aiviekstes kreisā krasta dolomītu saturošs), K (Kalnciema dolomītu saturošs) un X (Kraciema dolomītu saturošs); izejas maisījumu aprēķinātais ķīmiskais sastāvs masas procentos, balstoties uz literatūrā [7] doto dolomītu ķīmisko sastāvu, redzams 1.tabulā.

Paralēli tika sagatavoti paraugi ar tādu pašu kompozīciju saturu, papildus pievienojot 10 masas % Usmas māla. Izejas maisījumus, kuri saturēja attiecīgos dolomītus un mālu piedevu, apzīmēja attiecīgi ar AU, KU un XU; šo paraugu aprēķinātais ķīmiskais sastāvs masas % dots 2. tabulā.

Visi izejas maisījumi tika homogenizēti ūdens vidē (ūdens daudzums pret pulvera daudzumu, aptuveni 1:1) planetārajās Retsch PM 400 dzirnavās 3 stundas ar ātrumu 300 apgr./min. Pēc malšanas maisījumi tika žāvēti 100 °C temperatūrā vismaz diennakti. Izžāvētie paraugi tika sapsēti ar hidraulisko galda presi (presēšanas spiediens  $\approx 110$  bar) cilindriskos paraugos.

Sapsētie paraugi tika termiski apstrādāti 1150, 1200, 1250 un 1350°C temperatūrā; izturēšanas laiks maksimālajā temperatūrā – 3 stundas; temperatūras celšanās ātrums – 6°C/min. Iegūtajiem paraugiem tika noteikta ūdens uzsūce, tūlpmassa un kopējā porainība; noteikts kristāliskais sastāvs, izmantojot Rigaku Ultima+ rentgendifraktometru (CuK $\alpha$  starojums; atstarošanas leņķa 2 $\theta$  diapazons – 5 līdz 60 grādi); paraugu maksimālās spiedes stiprības (sagraušanas punkts) tika noteikts ar bīdes un statiskās slodzes mērīšanas iekārtu "Compression Test Plant ToniNorm, ToniTechnik by Zwick" (maksimālā sloģošanas jauda 300 kN, programmatūra "Setsoft 2000"). Testējamie paraugi bija cilindriski, ar augstuma un diametra attiecību aptuveni 1:1.

1. TABULA

KORDIERĪTA SASTĀVAM ATBILSTOŠO MAISIJUMU APRĒĶINĀTAIS ĶĪMISKAIS SASTĀVS (MASAS %)

Paraugs	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>
A	11,40	28,73	42,59	6,70	0,08	10,50
K	11,44	28,78	42,98	6,62	0,16	10,02
X	11,35	28,67	42,38	6,89	0,19	10,52

2. TABULA

KORDIERĪTA SASTĀVU AR 10 % USMAS MĀLA PIEDEVU APRĒĶINĀTAIS ĶĪMISKAIS SASTĀVS (MASAS %)

Paraugs	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O
AU	10,82	27,36	42,82	6,96	0,74	10,80	0,5
KU	10,78	27,26	42,68	7,13	0,84	10,82	0,5
XU	10,85	27,67	42,93	6,89	0,81	10,35	0,5

## REZULTĀTI UN TO NOVĒRTĒJUMS

### A. Rentgenfāžu analīze

Rentgenfāžu analīzē noskaidrots, ka, apdedzinot paraugus 1150 °C temperatūrā, neviens no sastāviem kordierīta kristālisko fāzi neveido (1. – 6. att.) – šī iemesla dēļ paraugiem KU un AU ūdens uzsūce, tilpummasa un kopējā porainība netika noteikta. Kordierīta fāze veidojas, sākot no 1200 °C (paraugos K, A un KU). Paraugi ar sastāvu X, AU un XU kordierīta kristālisko fāzi veido tikai pie 1250 °C apdedzināšanas temperatūras. Bez kordierīta paraugos konstatētas arī kvarca, anortīta (zemākās temperatūrās), špineļa, korunda (augstākās temperatūrās) u.c. savienojumu fāzes.

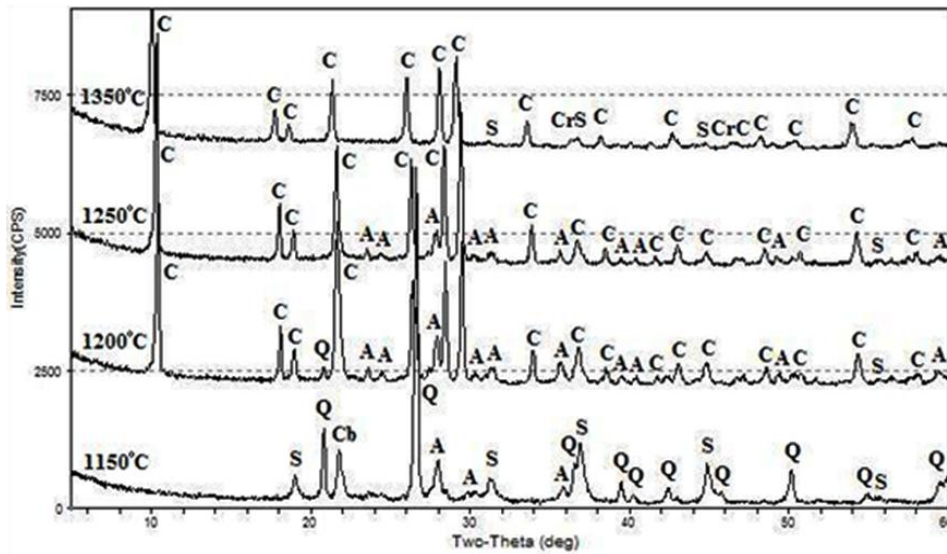
Aiviekstes dolomīta piedevu saturošo paraugu rentgenogrammas parādītas 1.attēlā. Paraugs, kas apdedzināts 1150 °C, satur špineļa (MgO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), kvarca (SiO<sub>2</sub>), kristobalīta (SiO<sub>2</sub>) un anortīta (CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>) kristāliskās fāzes. Paaugstinot apdedzināšanas temperatūru, kristobalītu vairs konstatēt neizdodas, turklāt sāk veidoties izteikta kordierīta (2MgO·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub>) kristāliskā fāze. Kvarca saturs pakāpeniski samazinās; tas vēl ir konstatējams paraugiem 1200°C, taču augstākās temperatūrās saglabājas vairs tikai anortīts un špinelis. Anortīts pāriet stiklveida fāzē paraugos, kas apdedzināti 1350°C un papildus kordierītam kā blakus fāze saglabājas špinelis; papildus veidojas korunda (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) fāze, kas, domājams, rodas daļēja anortīta sadalīšanās dēļ.

Paraugu, kas satur Kalnciema dolomītu (apzīmēti ar K), rentgenogrammas parādītas 2.attēlā. Arī šajos paraugos, kas apdedzināti 1150 °C, kordierīts netika konstatēts. Šajā temperatūrā paraugā atrastas špineļa, anortīta un kvarca fāzes. Papildus atrodama korunda fāze, kas, visticamāk, ir šajā temperatūrā neizreagējušais Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no izejas maisījuma. Pieaugot apdedzināšanas temperatūrai, izteikti veidojas kordierīta kristāliskā fāze. Kvarca saturs minimāli konstatēts

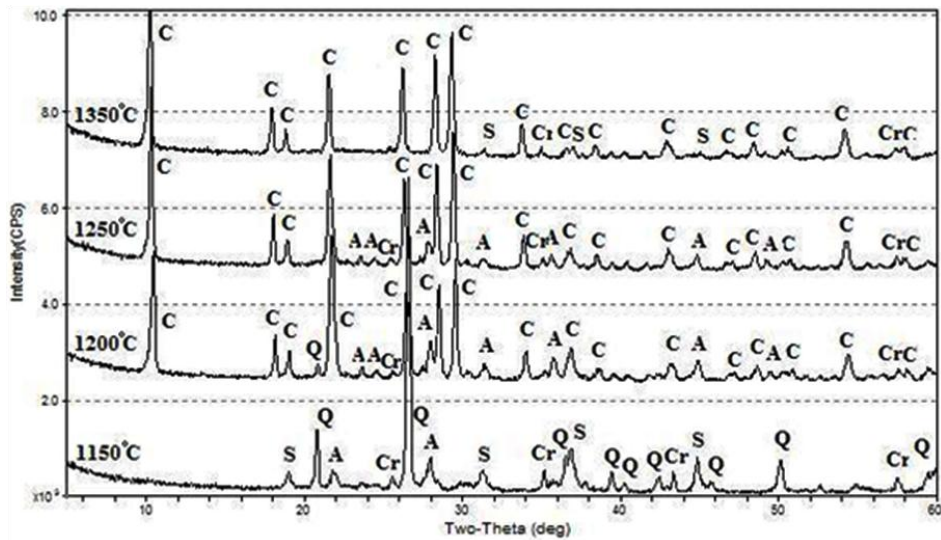
paraugiem, kas apdedzināti 1200 °C, bet ne augstāk. Pakāpeniski samazinās arī anortīta kristāliskās fāzes daudzums, līdz tas 1350 °C temperatūrā vairs nav konstatēts. Temperatūrās, kas augstākas par 1200 °C, saglabājas sekundārās špineļa un korunda fāzes.

3.attēlā redzamas Kranciema dolomīta piedevu saturošo paraugu rentgenogrammas. Tāpat kā citu dolomītu paraugos, arī Kranciema dolomīta piedeva neveicina kordierīta fāzes veidošanos 1150 °C temperatūrā – šajā apdedzināšanas temperatūrā konstatētas špineļa, kvarca, anortīta, korunda, kā arī diopsīda (MgO·CaO·2SiO<sub>2</sub>) kristāliskās fāzes. Kordierīta fāze, analogi kā citu sastāvu paraugos, veidojas pie 1200°C apdedzināšanas temperatūras un augstāk. Kvarca fāze saglabājas tikai paraugos, kas apdedzināti 1200 °C, un anortīta fāze konstatēta tikai līdz 1250 °C. Paraugiem, kas apdedzināti 1350 °C, ir paaugstināts špineļa un korunda fāžu saturs un samazināts kordierīta fāzes daudzums. Iespējams iemesls – paraugi ar Kranciema dolomītu šajā temperatūrā deformējās (izkusa) un nebija iespējams veikt tālākus (ūdens uzsūces, tilpummasas un spiedes izturības) mērījumus ar šiem paraugiem. Šī iemesla dēļ paraugi ar Usmas māla piedevu (AU, KU, XU) netika apdedzināti 1350 °C, un šī temperatūra tika pieņemta par praktiski neizmantojamu tālākajos eksperimentos.

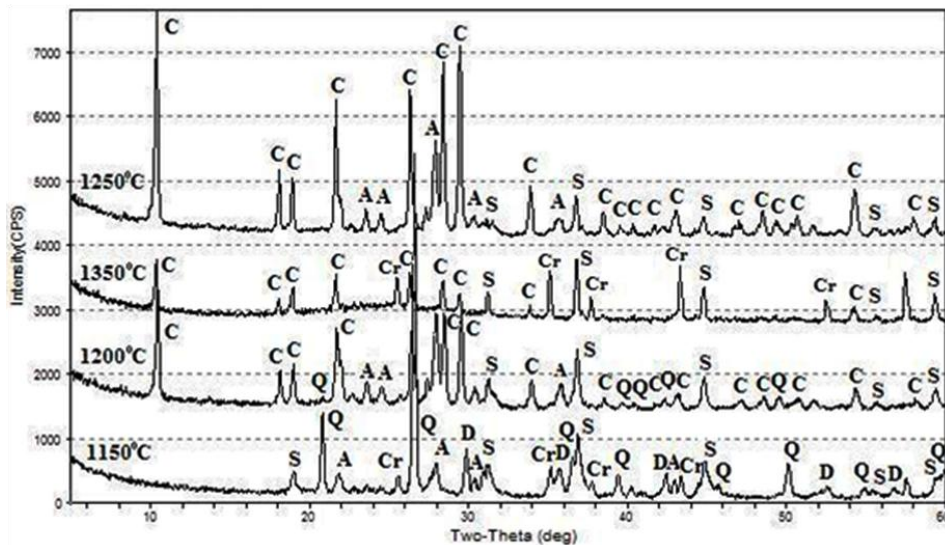
Paraugu ar 10 masas % Usmas māla piedevu rentgenogrammas redzamas 4.-6.attēlā. Tika izvirzīta hipotēze, ka mālu piedevai būtu jāsamazina nepieciešamā apdedzināšanas temperatūra to sastāvā esošo kušņu (K<sub>2</sub>O un Na<sub>2</sub>O) dēļ, lai iegūtu nepieciešamo kordierīta fāzi. Pirmie rezultāti rādīja, ka paraugi, kas saturēja Kranciema dolomītu, apdedzinot pie 1150 °C, kordierītu neveido, tāpēc arī šī temperatūra tika pieņemta par praktiski neizmantojamu, un pārējie paraugi (AU un KU) šajā temperatūrā apdedzināti netika.



1. att. Rentgenogramma paraugiem ar Aiviekstes dolomīta piedevu dažādās apdedzināšanas temperatūrās. Apzīmējumi: C – kordierīts, A – anortīts, Q – kvarcs, S – špinelis, Cr – korunds, Cb - kristobalīts.

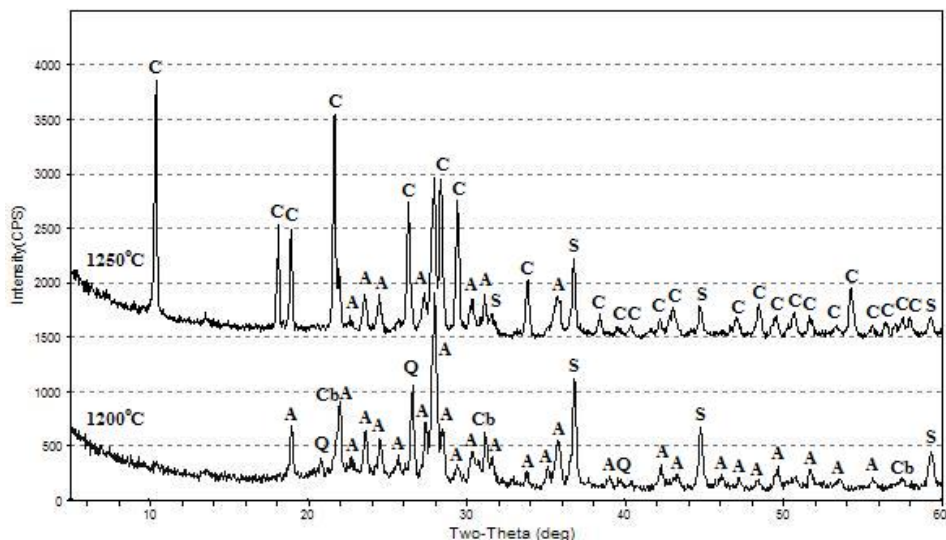


2. att. Rentgenogramma paraugiem ar Kalciema dolomīta piedevu dažādās apdedzināšanas temperatūrās. Apzīmējumi: C – kordierīts, A – anortīts, Cr – korunds, Q – kvarcs, S – špinelis.

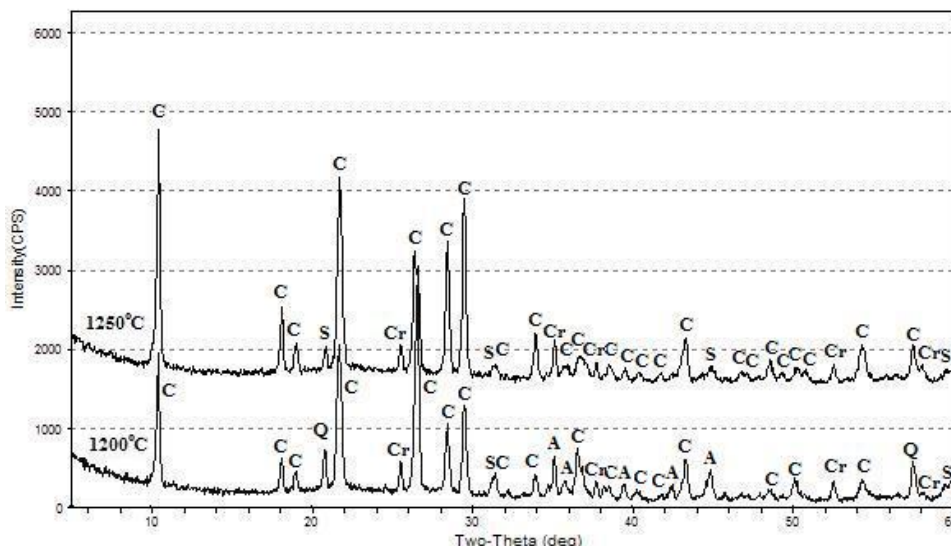


3. att. Rentgenogramma paraugiem ar Kranciema dolomīta piedevu dažādās apdedzināšanas temperatūrās. Apzīmējumi: C – kordierīts, S – špinelis, A – anortīts, Q – kvarcs, D – diopsīds, Cr – korunds.

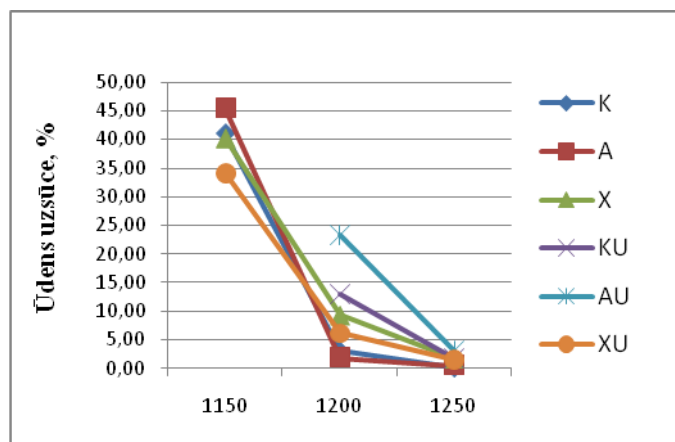




5. att. Rentgenogramma paraugiem ar Aiviekstes dolomīta un Usmas māla piedevām, kuri apdedzināti 1200 un 1250 °C. Apzīmējumi: C – kordierīts, Q – kvarcs, A – anortīts, Cb – kristobalīts, S – špinelis.

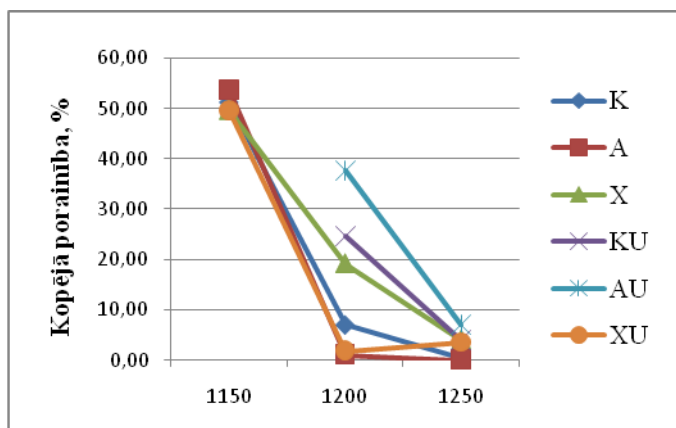


6. att. Rentgenogramma paraugiem ar Kalciema dolomīta un Usmas māla piedevu, kas apdedzināti pie 1200 un 1250 °C. Apzīmējumi: C – kordierīts, A – anortīts, Q – kvarcs, S – špinelis, Cr – korunds.



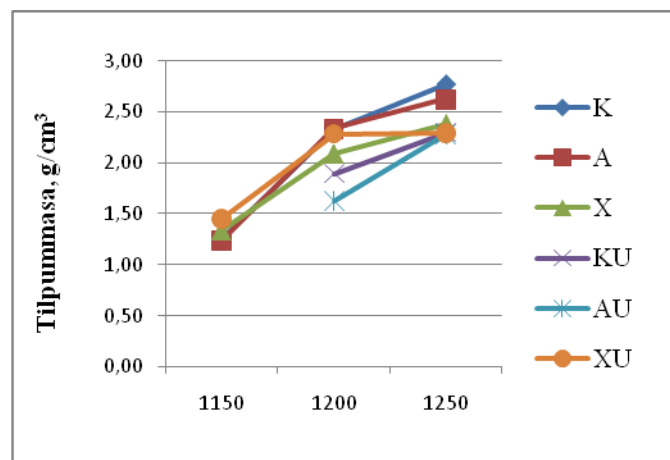
7. att. Kordierīta paraugu ūdens uzsūce atkarībā no apdedzināšanas temperatūras.

Usmas mālu pievienošana gandrīz visos gadījumos palielina ūdens uzsūci un porainību. Paraugi ar Aiviekstes dolomītu un Usmas māla piedevu (AU) uzrāda visaugstāko ūdens uzsūci (23,39 %); arī paraugu ar Kalciema dolomītu ūdens uzsūce pie 1200 °C ir paaugstinājusies (13,07 %), salīdzinot ar ūdens uzsūci šajā temperatūrā paraugiem bez mālu piedevas, taču paraugiem ar Kranciema dolomīta piedevu (XU) Usmas mālu pievienošana ir stipri samazinājusi ūdens uzsūci – tā ir tikai 0,73 % paraugiem, kas apdedzināti pie 1200 °C, un 1,56 % paraugiem, kas apdedzināti pie 1250 °C, kas ir daudz mazāk, kā paraugos bez mālu piedevas (attiecīgi, 9,25 % un 1,70 %). Ūdens uzsūce un kopējā porainība, paaugstinot apdedzināšanas temperatūru no 1200 līdz 1250 °C, strauji samazinās gandrīz visos paraugos, izņemot XU paraugiem, kur kopējā porainība nedaudz palielinās.



8. att. Kordierīta paraugu kopējā porainība atkarībā no apdedzināšanas temperatūras.

Pēc tilpummasas datiem (9.att.) redzams, ka paraugiem, kas apdedzināti 1150°C, tilpummasas rādītāji ir zemi (<1,35 g/cm<sup>3</sup>). Paaugstinot apdedzināšanas temperatūru ik pa 50 °C redzams, ka tilpummasa strauji pieaug visiem paraugiem. Visstraujāk tilpummasa pieaug paraugiem ar Kalnciema dolomītu (K), vislēnāk – paraugiem ar Kranciema dolomītu (X). Paraugiem A un K ir vienādas vidējās tilpummasas vērtības (2,34 g/cm<sup>3</sup>), ja tie apdedzināti pie 1200 °C. Lielākā tilpummasas vērtība – 2,77 g/cm<sup>3</sup> ir paraugiem ar Kalnciema dolomīta piedevu, kuri apdedzināti 1250 °C.



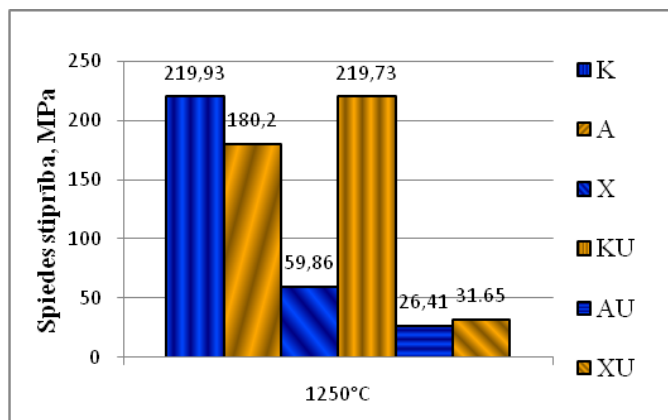
9. att. Kordierīta paraugu tilpummasa atkarībā no apdedzināšanas temperatūras.

Salīdzinot ar paraugiem K, A un X redzams, ka paraugiem AU un KU vērtības ir zemākas gan 1200 °C, gan 1250 °C, taču paraugiem ar Kranciema dolomītu (XU) tilpummasa ir pieaugusi. Pie 1250 °C apdedzināšanas temperatūras visu paraugu (KU, AU un XU) vidējās tilpummasas izlīdzinās (≈ 2,30 g/cm<sup>3</sup>).

### C. Spiedes stiprība

Spiedes stiprības mērījumi tika izdarīti paraugiem, kuri apdedzināti 1250 °C temperatūrā. Iegūtie rezultāti (10.att.) parāda piedevu atšķirīgo ietekmi uz paraugu mehānisko izturību pret spiedi. Noskaidrots, ka visaugstākie stiprības rādītāji ir K un A sastāva paraugiem (attiecīgi 219,93 un 180,2 MPa). Kalnciema dolomīta gadījumā tādi paši stiprības rādītāji

saglabājas arī pēc Usmas māla pievienošanas. Sastāva AU kompozīcijai ir salīdzinoši zemi (tikai 26,41 MPa) stiprības rādītāji, līdzīgi kā paraugiem X, kuros arī pēc mālu pievienošanas (sastāvs XU) stiprības rādītāji vēl vairāk samazinās (no 59,86 līdz 31,65 MPa).



10. att. Kordierīta paraugu spiedes stiprība pie 1250 °C apdedzināšanas temperatūras.

### SECINĀJUMI

Kordierītu saturošas keramikas iegūšana ir iespējama arī, ja nepieciešamo MgO daudzumu daļēji aizstāj ar dolomīta un mālu piedevu, kas atsevišķos gadījumos ļauj iegūt kordierītu kā dominējošo fāzi jau 1200 °C apdedzināšanas temperatūrā.

Apdedzinātajos paraugos galvenā kristāliskā fāze, kas veidojas, ir kordierīts temperatūrā virs 1200 °C; kā blakus fāzes veidojas anortīts, špinelis un korunds. Zemākās temperatūrās (1200 °C) pastāv neliels kvarca fāzes daudzums. Anortīta kristāliskā fāze vairs netiek konstatēta, ja apdedzināšanas temperatūra ir 1350 °C.

Paraugos, kur veidojusies kordierīta kristāliskā fāze, ūdens uzsūce un kopējā porainība samazinās vismaz divas reizes, salīdzinot ar paraugiem, kur nav novērota kordierīta fāze. Pieaugot apdedzināšanas temperatūrai, pieaug arī visu paraugu tilpummasa. Aiviekstes un Kalnciema dolomītu saturošie paraugi sasniedz aptuveni 0 % ūdens uzsūci un porainību pie apdedzināšanas temperatūras 1250 °C.

Visaugstākā spiedes stiprība ir paraugiem ar Kalnciema dolomītu, viszemākie – paraugiem ar Kranciema dolomītu. Mālu pievienošana nemaina Kalnciema dolomīta paraugu stiprības rādītājus, bet stipri samazina Aiviekstes dolomītu saturošo paraugu rādītājus. Kalnciema dolomītu saturošo paraugu spiedes stiprība tomēr atpaliek no literatūrā [8] minētās.

### LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Šperberga I., Sedmalis U., Sedmale G. *Silikātu un grūti kūstošu nemetālisku materiālu fizikālā ķīmija*. Rīga: Rīgas Tehniskā universitāte, 2010. 169 lpp.
2. Rohan, P., Neufuss, K., Matejicek, J., Dubsky, J., Prechlik, L., Holzgartner, C. Thermal and mechanical properties of cordierite, mullite and steatite produced by plasma spraying. *Ceram. Int.*, 2004, 30(4), p. 597–603.
3. Goren, R., Goomez, H., Ozgur, C. Synthesis of cordierite powder from talc, diatomite and alumina. *Ceram. Int.*, 2006, 32(4), p. 407–409.

4. **Costa-Oliveira, F. A., Cruz-Fernandes, J.** Mechanical and thermal behaviour of cordierite–zirconia composites. *Ceram. Int.*, 2002, 28(1), p. 79–91.
5. **Goren, R., Ozgur, C., Gocmez, H.** The preparation of cordierite from talc, fly ash, fused silica and alumina mixtures. *Ceram. Int.*, 2006, 32(1), p. 53–56.
6. **Sedmale G., Patmalnieks A., Sedmalis U., Actiņš A.** Kordierīta morfoloģija jauktā sastāva keramikā. *RTU Zinātniskie raksti*: 12.sējums, 2006, 32.–37.lpp.
7. **Kondratjeva S., Hodireva V.** *Latvijas dolomīti*. Rīga: Valsts ģeoloģijas dienests, 2000. 79 lpp.
8. **Costa-Oliveira, F. A., Cruz-Fernandes, J.** Mechanical and thermal behaviour of cordierite–zirconia composites. *Ceram. Int.*, 2002, 28(1), p. 79–91.

**Maris Rundans** received Bachelor's degree of Chemical Engineering at Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry in 2010. Currently he is undertaking Master's level studies at Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry. His current field of professional interests includes high temperature ceramics obtained from different natural raw materials.

**Ingunda Sperberga**, Dr.sc.ing. (1998), Assoc.Prof./leading researcher at Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. The author of more than 75 publications including 5 monographs and textbooks concerning

crystallography, mineralogy, mineral raw materials of Latvia and physical chemistry of silicates.

Address: Azenes Str. 14/24, LV- 1048, Riga, Latvia

Phone: + 371 67089266, Fax: + 371 67615765

E-mail: [sperberga@ktf.rtu.lv](mailto:sperberga@ktf.rtu.lv)

**Gaida Sedmale**, Dr.habil.chem, Assoc.Prof./leading researcher at Riga Technical University, Faculty of Material Science and Applied Chemistry, Institute of Silicate Materials. The author of more than 200 scientific publications in the branch of glass and ceramic chemistry and technology. Main outputs of glassy and ceramic materials are protected by more than 50 patents of Latvia and Russia. In the last 20 years her scientific interest has been connected with new high-temperature and traditional ceramic materials. She delivers lecture course "Chemistry and technology of fine ceramic" for the bachelor and master of science degree students.

Address: Azenes Str. 14/24, LV- 1048, Riga, Latvia

Phone: + 371 67089257, Fax: + 371 67615765

E-mail: [gsedmale@ktf.rtu.lv](mailto:gsedmale@ktf.rtu.lv)

**Girts Stinkulis**, Dr. geol., Associate Professor

Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia

Address: Alberta Street 10, LV-1010, Riga, Latvia

Phone: + 371 67332704; Fax: + 371 67332704

E-mail: [Girts.Stinkulis@lu.lv](mailto:Girts.Stinkulis@lu.lv)

#### **Maris Rundans, Ingunda Sperberga, Gaida Sedmale, Girts Stinkulis. Influence of Latvian Dolomites and Clays on the Formation and Properties of Cordierite Ceramics.**

Cordierite ceramics can be obtained from both synthetic and natural raw materials. The purpose of this work was to obtain ceramics with cordierite as the main crystalline phase by substituting a part of the necessary raw materials with various dolomites from different regions of Latvia and clay from Usma deposit. Ceramic properties of the obtained samples have been determined with hydrostatic weighing method and the crystalline phase composition has been studied by XRD. Compressive strength, for individual samples, has been determined and evaluated. Investigations show that samples, obtained at 1150 °C, have a high water absorption and porosity, together with low apparent density. Both water absorption and porosity tend to decrease with increasing of firing temperature, while apparent density increases. Addition of clay to samples, with exceptions, increases both water absorption and porosity while lowers their apparent density. According to XRD analysis, cordierite begins to form at temperature of 1200 °C but the addition of clay increases required firing temperature to 1250 °C. Depending on the sintering temperatures, spinel, corundum and anorthite crystalline phases are also present in addition to the main cordierite phase. Anorthite crystalline phase is stable until sintering at 1350°C, where it converts into amorphous state. Small traces of quartz and diopside crystalline phase have been detected for samples sintered at lower temperatures. Compressive strength has been evaluated for samples fired at 1250 °C. It is determined that the addition of clay, in most cases, reduces compressive strength of samples. Compressive strength of the obtained samples is much smaller in comparison with the reported in literature.

#### **Марис Рунданс, Ингунда Шперберга, Гаида Седмале, Гиртс Стинкулис. Влияние доломитов и глин Латвии на формирование и свойства керамики кордиерита.**

Керамика кордиерита может быть получена как из синтетических, так из натуральных материалов. Цель данной работы состояла в получении керамики с кордиеритом в качестве основной кристаллической фазы, заменив часть необходимого сырья с различными доломитами Латвии и глиной месторождения Усма. Керамические свойства полученных образцов были определены с методом гидростатического взвешивания и состав кристаллических фаз изучен методом РФА. Прочность на сжатие, для отдельных образцов, были определены и оценены. Исследования показали, что образцы, полученные при температуре 1150 °С, имеют высокое водопоглощение, вместе с низкой плотностью. Водопоглощение и общая пористость, как правило, уменьшается с ростом температуры обжига, в то время как плотность увеличивается. Добавление глины к образцам, с исключениями, увеличивает водопоглощение и снижает их плотность. По данным РФА, кордиерит начинает формироваться в 1200 °С, но добавление глины требует увеличение температуры обжига до 1250 °С. В зависимости от температуры обжига, кристаллические фазы шпинеля, корунда и анортита также присутствуют в дополнение к основной фазе кордиерита. Кристаллическая фаза анортита стабильна до температуре обжига 1350 °С, при которой переходит в аморфное состояние. Малые следы кристаллических фаз кварца и диоксида были обнаружены в образцах, обожженных при более низких температурах. Прочность на сжатие была оценена для образцов обожженных при 1250 °С. Установлено, что добавление глины, в большинстве случаев снижает прочность образцов на сжатие. Прочность полученных образцов на сжатие намного меньше по сравнению с описанными в литературе.