

Augsttemperatūras poru keramika no jaukta sastāva izejvielu maisījumiem

Gaida Sedmale¹, Inga Kuzņecova², Uldis Sedmalis³, ¹⁻³ *Riga Technical University*

Kopsavilkums. Augsttemperatūras poru keramikas veidošanās no jaukta sastāva pulvera maisījumiem - sintētiskām izejvielām un izmantojot karbonātus saturošas minerālās izejvielas - dolomītu, kaļķakmeni un illītu mālu, kā arī kvarca smiltīm ir realizēta temperatūru intervālā 1300 - 1340°C. Šajā temperatūru intervālā veidojas porains keramikas materiāls, ar pietiekami lielu gāzveida fāzes (poru) un stiklveida fāzes klāteni, kuras daudzums pieaug, palielinoties saķepināšanas temperatūrai. Parādīts, ka dominējošās ir divu veidu makroporas ar izmēru no 0,1 līdz 10 μm un poras ar diametru robežās no 10 līdz 1000 μm. Savukārt kristālisko fāzi veido augsttemperatūras magnija špinelis (MgAl₂O₄) un kvarcs (SiO₂).

Atslēgas vārdi: minerālās izejvielas, keramika, poru raksturojums.

I. IEVADS

Šobrīd aktualitāti iegūst enerģijas resursu izsīkums, kā arī klimata izmaiņas CO₂ izmešu rezultātā. Līdz ar to svarīgs ir jautājums par alternatīviem enerģijas avotiem, kā piemēram, saules enerģijas, atkritumu izmantošana u.c. Šajā aspektā zinātniskajā literatūrā pēdējos gados ir pietiekami daudz publikāciju par t.s. ekomateriāliem, kuriem pēc autora [1] izvirzītiem kritērijiem, kas nosaka dotā materiāla piederību šai grupai, tiek izvirzīti šādi nosacījumi:

- augsta ekoeftektivitāte, lai sniegtu sabiedrībai ilgtspējīgu nodrošinājumu;
- augsta ekoeftektivitāte, kas tiek realizēta, optimāli kombinējot dabas aizsardzības, resursu un tehnikās lietderības aspektu saistībā ar dzīves ciklu;
- it sevišķi ekomateriālam ir jāasociējas ar minimālu risku attiecībā uz veselību, minimālu dabai kaitīgu izmešu veidošanu, minimālu dabas noplicināšanu un optimālu fizikālu un tehnisku īpašību nodrošinājumu, t.i., katram izstrādātajam konkrētajam ekomateriālam visā tā dzīves ciklā jāatbilst dabas aizsardzības, resursu, sociālajam, sabiedrības un ekonomiskajam aspektam.

Vieni no dominējošiem materiāliem, kurus pieskaita ekomateriālu grupai, ir keramikas materiāli, kuri no pārējiem atšķiras ar temperatūras izturības stabilitāti oksidējošā atmosfērā vai citos ļoti skarbos dabas apstākļos. Bez tam keramikas materiāliem piemīt daudz citu funkcionālu īpašību, piemēram, spēja akumulēt radioaktīvos atkritumus to uzglabāšanas vietās, spēja filtrēt (attīrīt) dīzeldegvielas sadegšanas produktus dīzel-dzinējos, uzlabot ūdens kvalitāti, to attīrot no dažāda veida piemaisījumiem, u.c.

Poras saturoša keramika, tās specifiskās īpašības, kā, piemēram, gāzveida un šķidrū substarču caurlaidība, stabilitāte paaugstinātās temperatūrās, relatīvi zema tilpuma masa un zema siltuma vadāmība, ir svarīgs materiāls dažādu veidu mūsdienu pielietojumiem, tādiem kā metālu kausējumu filtri, viegls

ugunturīgs materiāls, atejošo karsto dūmgāzu filtrs, medicīnā - kā kaulu aizvietotāji u.c. Šie materiāli tiek iegūti no dažāda sastāva keramiku veidojošiem, galvenokārt sintētiskiem izejvielu sastāviem, kuri sastādīti tā, lai saķepināšanas procesā veidotos kāda no keramikā raksturīgajām augsttemperatūras kristāliskajām fāzēm, kā piemēram, mullīta, mullīta + korunda, kordierīta, hidroksilapatīta u.c. Savukārt, lai nodrošinātu šiem keramikas materiāliem vēlamu porainību un diferenciatu poru sadalījumu, tiek pielietotas dažādas izejas maisījuma sagatavošanas metodes [2- 9], piemēram, pielietojot ar dažādām piedevām stabilizētas ūdens - keramikas izejas pulvera suspensijas, sola-gēla metodi, suspensijas sasaldēšanas-žāvēšanas metodi vakuumā u.c.

Pielietojot Latvijas minerālās karbonātus saturošās izejvielas, kā arī viegli kūstošos illītu mālus, keramikas materiālā arī var nodrošināt pietiekamu gāzveida fāzes veidošanos paaugstinātās temperatūrās keramikas saķepināšanas procesā [10] Savukārt, šī materiāla temperatūras izturību un mehānisko stiprību var nodrošināt, ievadot papildus tā izejas maisījuma sastāvā grūti kūstošus oksīdus, kā Al₂O₃, MgO u.c. tādos daudzumos, lai saķepināšanas procesā izveidotos viena vai vairākas augsttemperatūras kristāliskās fāzes, piemēram, kordierīts, Mg špinelis MgAl₂O₄, enstatīts MgSiO₃, forsterīts Mg₂SiO₄.

Šī pētījuma mērķis ir parādīt kristāliskās un gāzveida (poru) fāzes veidošanos, kā arī keramikas īpašības saķepinātā porainā keramikā, kas iegūta no jaukta sastāva izejvielu maisījuma - sintētiskām (MgO, K₂CO₃, γAl₂O₃) un dabas minerālajām izejvielām (kvarca smiltīm, illītus saturošiem māliem, dolomīta, kaļķakmens).

II. PIELIETOTIE IZEJMATERIĀLI, SASTĀVI UN METODES

Minerālo izejvielu - illīta mālu, dolomīta, kaļķakmens, kvarca smilšu un sintētisko piedevu (MgO, γ Al₂O₃, K₂CO₃) masas attiecība izejas pulvera maisījumā ir parādīti 1.tabulā.

Ir pielietoti Kūmas un Kramciema kaļķakmens un Kramciema dolomīts; triju dažādu atradņu mālu izejvielas atšķiras ar ģeoloģiskā nogulumu vecumu un līdz ar to arī ar mineraloģisko un ķīmisko sastāvu [11].

Diskveida paraugi ar Ø 25mm un biezumu 3mm iegūti, homogenizēto un smalcināto pulveri presējot pie spiediena 100 MPa. Saķepināšana (apdedzināšana) veikta Nabertherm tipa krāsnī (Nabertherm HT 16/17) temperatūru intervālā 1300 - 1340°C (temperatūras celšanas ātrums 6 °/min izturēšana pie max temperatūras -15 minūtes). Keramikas īpašības noteiktas saskaņā ar standartu, fāžu sastāvs un paraugu mikrostruktūra attiecīgi - pielietojot Rentgena difraktometru Rigaku (Japāna) atstarošanas leņķa 2θ diapazonā 10-60° un optisko stereomikroskopu Leica M420. Diferenciālais poru sadalījums noteikts, pielietojot dzīvsudraba porozimetriju poru diapazonam no 0,01 līdz 1000 μm (Quantochrome Pore Master iekārta).

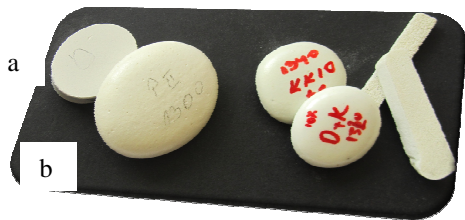
I.TABULA
IZEJVIELU MASAS ATTĪCĪBA PORU KERAMIKAS IZSTRĀDEI

Sastāvu apz	Minerālās izejvielas, m.d.				Sintētiskās izejvielas, m.d.		
	Kaļķ-akmens	Dolomīts	Kvarca smiltis	Illītu māls	Mgo	K ₂ CO ₃	γAl ₂ O ₃
KK	5 - 10	5,5-6,10	28,10-29,6	Kuprava 5,8-6,10	7,2-7,5	4,3-4,8	20,8-22,0
LK	5 - 10	5,5-6,10	28,10-29,6	Laža 5,8-6,10	7,2-7,5	4,3-4,8	20,8-22,0
AK	5 - 10	5,5-6,10	28,10-29,6	Āne 5,8-6,10	7,2-7,5	4,3-4,8	20,8-22,0

III. REZULTĀTI UN TO NOVĒRTĒJUMS

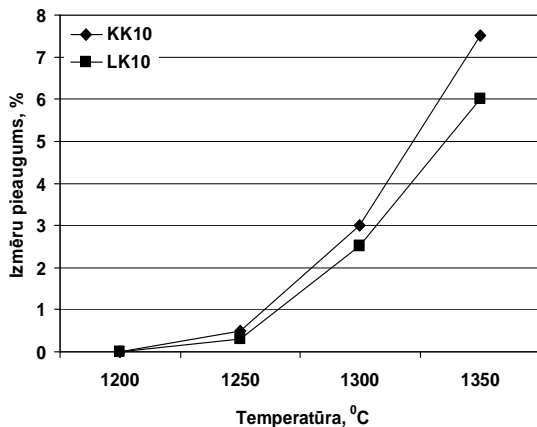
Ir jāatzīmē, ka izejvielu sastāva kvantitatīvās attiecības ir optimizētas tādējādi (1.tabula), lai keramikas saķepināšanas procesā līdz maksimālai temperatūrai intervālā 1300 -1340⁰C tiktu nodrošināta nepieciešamā stehiometrija, lai materiālā izveidotos kristāliskās augsttemperatūras fāzes, piemēram, magnija špinelis MgAl₂O₄, kā arī stiklveida (poru) gāzveida (poru) fāzes.

Vizuāli vērtējot, iegūtie saķepinātie keramikas paraugi ir balti, nedaudz palielinājušies tilpumā uz izveidojušos poru rēķina, to virsma ir stiklota, šķērsgriezumā ir saskatāmas poras ar neapbruņotu aci, 1.attēls.



1.att. Iegūto paraugu fotogrāfija pirms saķepināšanas (a) un pēc saķepināšanas pie maksimālās temperatūras 1320⁰C (b).

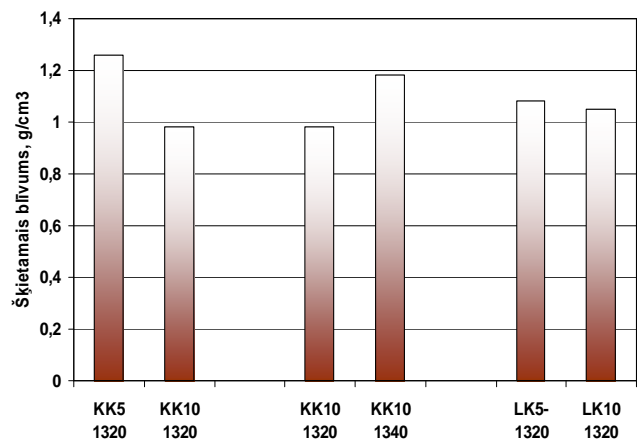
Paraugu izmēru pieaugums (mērot pēc diametra izmaiņām, 2.attēls.) ir relatīvi neliels un sastāda 6-7,5 % pie maksimālās saķepināšanas temperatūras, kad ir izveidojies pietiekams šķidrās fāzes daudzums ar tādu viskozitāti, kas nodrošina izveidojušās gāzveida fāzes (poru) saglabāšanos saķepinātā materiāla stiklveida fāzē.



2.att. Paraugu KK10 un LK10 (attiecīgi Kupravas un Lažas atradnes mālu ar 10% kaļķakmens piedevu pamatsastāvam) izplešanās līknes atkarībā no saķepināšanas temperatūras.

Saistībā ar Ānes karjera mālu pielietojšanu izejas sastāvu maisījumos ir konstatēts, neskatoties uz to, ka Ānes māls ir ar pietiekami augstu karbonātus saturošo minerālu piemaisījumu, maisījumi ar šo māla piedevu saķepšanas procesā neveido vērā ņemamu porainību iegūtajos produktos. Tā kā zināma nozīme māliem saistībā ar gāzveida fāzes veidošanos saķepināšanas procesā ir Fe₂O₃ daudzumam tajos un attiecīgā Fe jona vērtības izmaiņām, kā arī izveidojušās šķidrās fāzes viskozitātei, var domāt, ka Ānes mālu gadījumā nerealizējas nepieciešamā Fe³⁺ → Fe²⁺ pāreja, kā arī izveidojusies šķidrā fāze ir ar pazeminātu viskozitāti, kas nenodrošina atdzesēšanas procesā gāzveida fāzes (poru) „iesaldēšanu” saķepinātā keramikas materiālā. Līdz ar to pētījumos tika iekļauti maisījumi un attiecīgie iegūtie keramikas produkti, kas iegūti no maisījumiem ar Kupravas un Lažas mālu.

Samērā ar kopējās porainības pieaugumu, it sevišķi paraugiem ar Kupravas māla un 10% kaļķakmens piedevu, kā arī ar temperatūras palielināšanu no 1320 °C līdz 1340 °C, ir novērojamas arī šķietamā blīvuma izmaiņas (3.attēls). Reakcijas, kas nosaka, vai var nosacīt poru izveidošanos saķepināšanas procesā, ir aprakstītas darbā [12], un galvenokārt tās ir saistītas ar karbonātus saturošo minerālo izejvielu, dolomīta un kaļķakmens, sadalīšanos temperatūrā virs 700⁰C, kā arī Fe³⁺→Fe²⁺ pārejām. Māla klātie sastāvos veicina ne vien šķidrās fāzes veidošanos, bet arī sadalīšanās rezultātā pastiprina gāzveida produktu veidošanos.

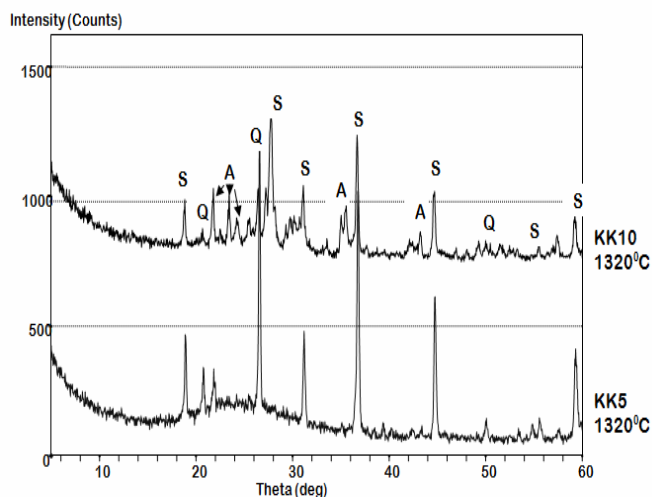


3.att. Šķietamā blīvuma izmaiņas paraugiem KK10 un LK10 saistībā ar māla un kaļķakmens piedevas izmaiņām un pie dažādām saķepināšanas temperatūrām paraugam KK10.

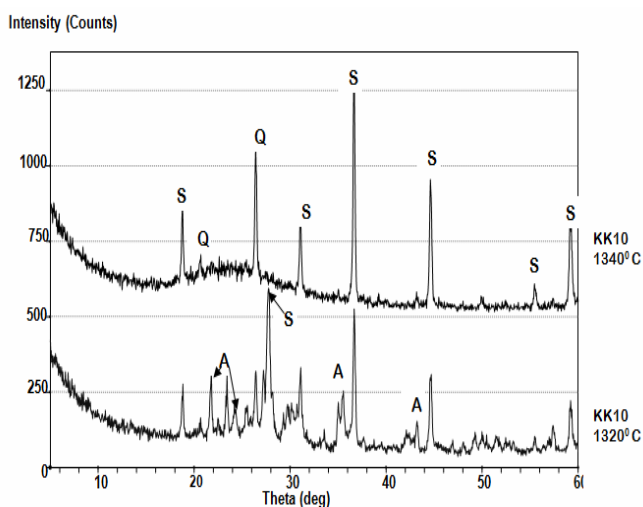
Rentgena fāžu analīzes rezultāti, kas uzņemti paraugiem KK5 un KK10 (attiecīgi ar 5 un 10% kaļķakmens piedeva) saķepinātiem 1320⁰C temperatūrā, norāda, ka, palielinot kaļķakmens piedevas daudzumu izejas maisījumos, materiālā

sāk veidoties arī anortīta kristāliskā un nozūd kvarca fāze, saglabājoties dominējošai Mg špineļa fāzei, 4.attēls.

Savukārt temperatūras pieaugums no 1320 līdz 1340°C sastāvam KK10 veicina kristālisko fāžu samazināšanos, saglabājoties dominējošai Mg – špineļa fāzei. Kā redzams 5.attēlā, anortīta kristāliskā fāze jau ir sadalījusies, veidojot stiklveida fāzi, uz ko norāda arī ap atstarošanas leņķi 20~25-30° izveidojies „amorfa” izliekums.



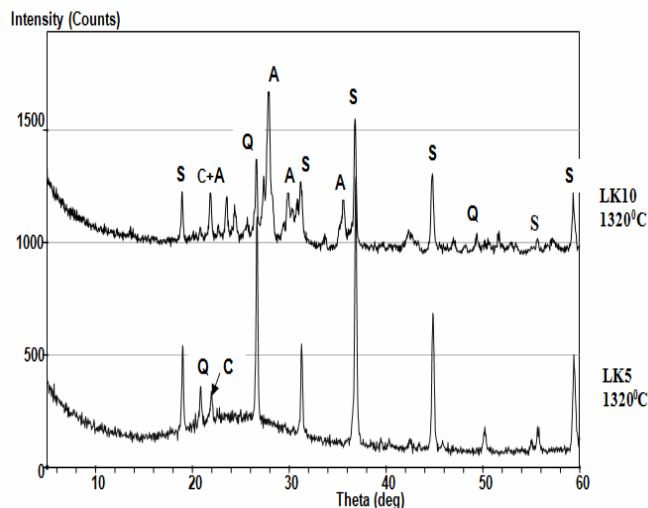
4.att. Saķepināto keramikas paraugu KK5 un KK10 rentgenogrammas. Apzīmējumi: S-špinelis $MgAl_2O_4$, Q-kvarcs SiO_2 , A-anortīts $Ca[AlSiO_4]_2$



5.att. Saķepinātā keramikas parauga KK10 rentgenogrammas saistībā ar saķepināšanas temperatūras pieaugumu. Apzīmējumi: S-špinelis $MgAl_2O_4$, Q-kvarcs SiO_2 , A-anortīts $Ca[AlSiO_4]_2$

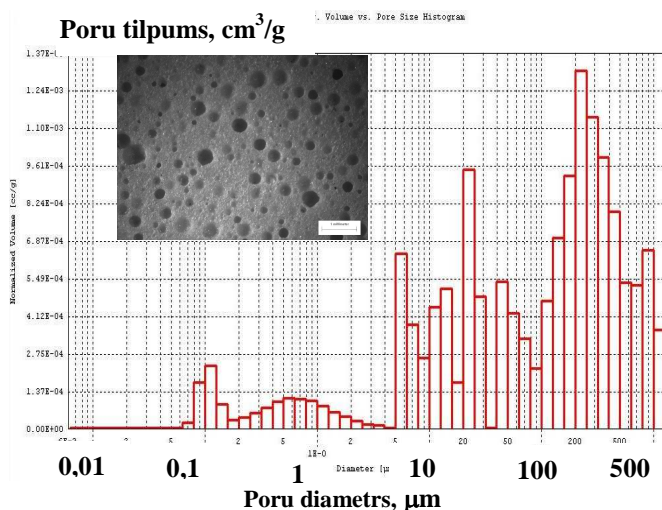
Būtiskas atšķirības starp saķepināto keramikas paraugu KK10 un KK5 un LK10, LK5 kristāliskās fāzes sastāvu nav. Lažas māla klātie materiālā veido līdzīga sastāva un intensitātes kristālisko fāzi kā ar Kupravas mālu. Tas apliecina faktu, ka poru veidošanas procesa noteicošais faktors ir izveidojusies stiklveida fāze un tās, galvenokārt viskozitātes lielumi šķidrā stāvoklī tehnoloģiskā saķepināšanas procesā. Svarīgs faktors acīmredzot ir arī parciālajam spiedienam porā. Paraugu LK5 un LK10 rentgenogrammas ir parādītas 6.attēlā.

Sejošos attēlos ir dotas poru sadalījuma histogrammas. Saķepināšanas temperatūras izmaiņu efektivitāti var novērot, piemēram, paraugiem KK5 un KK10. Pat tikai 20°C temperatūras pieaugums lielā mērā izmaina histogrammas raksturu, resp., izmaina poru sadalījumu materiālā.



6.att. Saķepināto keramikas paraugu LK5 un LK10 rentgenogrammas. Apzīmējumi: S-špinelis $MgAl_2O_4$, Q-kvarcs SiO_2 , C – kristobalīts SiO_2 , A-anortīts $Ca[AlSiO_4]_2$

Kā redzams no poru diferenciālā sadalījuma, kā arī vizuālā palielinātā attēlā, sastāvam KK10, saķepinātam līdz maksimālāi temperatūrai 1320°C (7. un 8. attēli), dominē divu veidu makroporas ar izmēriem no 0,1 līdz 10μm un poras ar diametru robežās no 10 līdz 500μm.

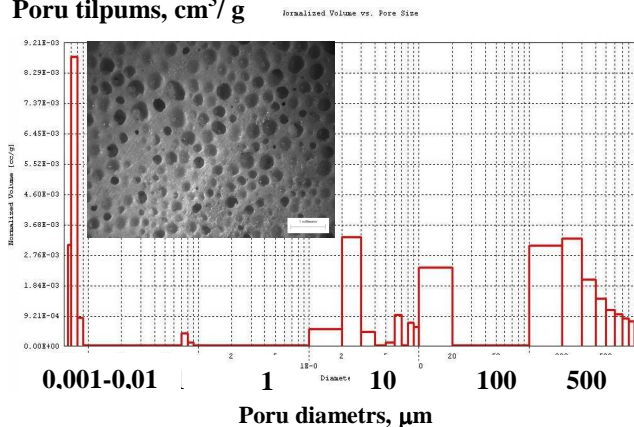


7.att. Poru diferenciālais sadalījums paraugā KK10 ar Kupravas mālu un 10% kaļķakmens piedevu, kas saķepināts līdz 1320°C.

Savukārt sastāva KK10 saķepinātam paraugam pie 1340°C abu makroporu diapozonu poras ir ievērojami samazinājušās un var redzēt (8. attēls), ka sāk veidoties vidēja izmēra poras - mezoporas. Porainības vizuālais palielinātais attēls norāda uz visai vienmērīgu poru sadalījumu materiālā. Šīs izmaiņas ļauj pieņemt, ka, pieaugot temperatūrai, palielinās arī šķidrās fāzes daudzums (uz ko norāda arī šo paraugu rentgenogrammas, 5.attēls) un ar temperatūras pieaugumu samazinās šīs fāzes

viskozitāte. Līdz ar to gāzveida fāzes, kas ieslēgta lielākās porās, daļēji spiediens ir pietiekams, lai tā izdalītos.

Poru tilpums, cm³/g



8.att. Poru diferenciālais sadalījums paraugā KK10 ar Kupravas māla un 10% kaļķakmens piedevu, kas saņemti līdz 1340°C.

IV. SECINĀJUMI

Pētīta poru veidošanās keramikā no jaukta sastāva pulvera maisījumiem - sintētiskām izejvielām un izmantojot karbonātus saturošas minerālās izejvielas - dolomītu, kaļķakmeni un illītu mālu, kā arī kvarca smiltis. Izejvielu masas attiecības izvēlētas tādējādi, lai nodrošinātu nepieciešamo stehiometriju augsttemperatūras kristāliskās fāzes veidošanai saņemtajā keramikas produktā.

Noteikts, ka temperatūru intervālā 1300 - 1340°C veidojas porains keramikas materiāls, kura kristālisko fāzi veido augsttemperatūras kristāliskie savienojumi - magnija špinelis (MgAl₂O₄) un kvarcs (SiO₂). Pieaugot kaļķakmens daudzumam pulveru sastāvā, sāk veidoties anortīts (Ca[AlSiO₄]₂).

Var novērot pietiekami lielu gāzveida fāzes (poru) un stiklveida fāzes klātieni, kuras daudzums pieaug, palielinoties saņemšanas temperatūrai. Parādīts, ka dominējošās ir divu veidu makroporas ar izmēriem no 0,1 līdz 10 μm un poras diametru robežās no 10 līdz 1000 μm.

Paliekot nemainīgam sintētisko izejvielu, mālu un dolomīta daudzumam sastāvā, poru daudzums keramikas paraugos pieaug, palielinot kaļķakmens daudzumu, kā arī temperatūru.

Ir noteikts, ka saistībā pielietoto māla piedevu - Ānes, Lažas vai Kupravas - no diferencēto poru veidošanās viedokļa, optimāla ir Kupravas māla piedeva.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Umezawa, O., Halada K., Shinohara, Y. Ecomaterials in the Global Eco-Society: Present situation and future prospects. *Materials Science Forum*. 2007, Vol. 555, p. 1-7.
- [2] Nakata, M., Tanihata, K., Yamaguchi, S., et al. Fabrication of Porous Sintered Bodies by a Gelate-Freezing Method. *J. Ceram. Soc. Jap.*, 2005, Vol. 113, Nr.11, p. 712-715.

Gaida Sedmale, Inga Kuzņecova, Uldis Sedmalis. High-temperature Porous Ceramic from Mixed Compositions of Raw Materials

The objective of this study is to show the development of crystalline, glassy and gassy phases, as well as some ceramic properties of porous ceramic materials. Formation of porous ceramics was performed from mixed powder compositions – synthetic materials MgO, γ Al₂O₃, K₂CO₃ and mineral raw materials of Latvia (limestone, dolomite, illite clay from three different clay beds and quartz sand). The mutual relations of raw materials was chosen accordingly on the development of high-temperature crystalline phases in ceramic materials sintered in temperature ranged from 1320 to 1340°C. Acquired porous ceramic materials was characterized by bulk density, expansion of dimensions of samples, porosity and crystalline phases composition. It is shown that after sintering there is formed porous ceramic materials structured from high-

- [3] Nakamura, S., Nakahira, A. Synthesis and evaluation of porous hydroxyapatite prepared by hydrothermal treatment and subsequent sintering method. *J. Ceram. Soc. Jap.*, 2008, Vol.116, Nr.1 p. 42-45.
- [4] Ding, Sh., Zeng, Y.-Ping, Jiang, D. Fabrication of Mullite Ceramics with Ultrahigh Porosity by Gel Freeze Drying. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2007, Vol., 90, Nr.1, p.1-6.
- [5] Mogilevsky, P., Kerans, R.J., Lee, H.D, et al. On Densification of Porous Materials Using Precursor Solutions. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2007, Vol.90, Nr.10, p. 3073-3084.
- [6] Costacurta, St., Biassetto, L., Pippel, E., et al. Hierarchical Porosity Components by Infiltration of a Ceramic Foam. *J. Am. Ceram. Soc.* 2007, Vol. 90, Nr. 7, p. 2172-2177.
- [7] Nakanishi, K. Functional Porous Materials via Sol-Gel Phase Separation. *J. Ceram. Soc. Jap.*, 2007, Vol. 115, Nr., 3 p. 169-175.
- [8] Ueno, N., Lin, L.M., H. Nakajima, H., et al. Effects of impurities on formation pores during solidification for porous alumina and its compressive strength. *J. Ceram. Soc. Jap.*, 2008, Vol. 116, Nr.1, p. 137-140.
- [9] Barg, S., Soltmann, Ch., Andrade, M, et al., Cellular Ceramics by Direct Foaming of Emulsified Ceramic Powder. *J. Am. Ceram. Soc.*, 2007, Vol.91, Nr.1, p. 2823-2829.
- [10] Sedmale, G., Apsitis, I., Actins, A. Influence of Illite Clay on Cordierite-Spinel Formation in Ceramics from Mixed Compositions. *RTU Zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. 2007, 15. sēj., 40-46. lpp.
- [11] Segliņš, V., Sedmale, G. Latvijas minerālās izejvielas: ģeogrāfiskā apkopojums. *RTU Zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. 2011, 24. sēj., Nr.1, 116-135. lpp.
- [12] Sedmale, G., Sedmalis, U., Šperberga, I. u.c. Minerālo izejvielu pielietojanas pamatojums jaunu keramikas produktu un tehnoloģiju izstrādei. *RTU Zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija*. 2011, 24. sēj., Nr.1, 26-30. lpp.

Gaida Sedmale, Dr.habil.chem, asoc.prof./lead researcher is author of more than 200 scientific publications in the branch of glass and ceramic chemistry and technology. The main outputs of glassy and ceramic materials is protected by more than 50 Latvian and Russian patents. Of late 20 years she's scientific interest is connected with the new high-temperature and traditional ceramic materials. She delivers lectura course "Chemistry and Technology of Fice Ceramics" for bachelor and master of science degree students.
Address: Azenes Str.14/24, LV 1048, Riga Latvia
Phone: +37167089257, Fax: +37167615765
e-mail: gsemdale@ktf.rtu.lv

Inga Kuzņecova, B. Sc. student, Institute of Silicate Materials of Riga Technolical University, She is the 3th year student of chemical engineering study programs at Faculty of material science and Applied Chemistry, Riga Technical University Her scientific interests is connected with porous ceramics. Inga Kuzņecova actively participates in social and study environment improvements of Riga Technical University.
Address: Azenes Str.14/24, LV 1048<Riga Latvia
Phone: +37167089257, Fax: +37167615765
e-mail: inga.kuznecova90@gmail.com

Uldis Sedmalis, Dr.habil.chem, prof. emeritus, His educational and scientific interests is connected with the crystallography and mineralogy as well as with the glassy and ceramic materials on the base of Latvian mineral raw materials. In this branch he has 5 monographs and study materials and more than 350 scientific publications, up to 100 patents published in Russia and Latvia.
Address: Azenes Str.14/24, LV 1048, Riga Latvia
Phone: +37167089257, Fax: +37167615765
e-mail: gsemdale@ktf.rtu.lv

temperature crystalline phases - spinel ($MgAl_2O_4$), and quartz (SiO_2), glassy and gassy-form phases. The linear measure of sintered samples increases for 6-7%. By increasing of limestone in starting mixture are formed also anorthite $Ca[AlSiO_4]_2$ as well as porous phase grows. There are obtained ceramics with dominant large dimensions pores ranged from 0, 1 to 10 μm and pores 10 to 1000 μm . Total porosity and glassy phase grows with increasing of sintering temperature. Ceramics is characterized by bulk density ranged from 0.96 to 1.27 g/cm^3 , which is dependent on sintering temperature and relations of used mineral raw materials, in particular, kind of used elite clay and limestone.

Гайда Седмале, Инга Кузнецова, Улдис Седмалис. Высокотемпературная пористая керамика из смешанных композиций сырьевых материалов

Цель данной работы заключается в разработке пористой керамики с использованием в качестве исходной сырьевой смеси из синтетических сырьевых материалов - MgO , γAl_2O_3 , K_2CO_3 и минерального сырья - иллитовой глины, доломита и известняка. Применяя эти исходные сырьевые материалы, экспериментально спроектирован состав исходных смесей. Исходная порошкообразная смесь (шихта) получена путем помола и гомогенизации в лабораторной планетарной мельнице фирмы Retch. Пористый керамический материал получен в интервале температур спекания 1320 - 1340⁰C в лабораторной печи Nabertherm -3000 HT 16/17. Применением стандартных методов исследования керамических свойств, также исследований состава кристаллической фазы (установка Rigaku, Япония) установлено, что полученный пористый керамический материал характеризуется объемным весом в пределах 0, 95-1,20 g/cm^3 и общей пористостью более ~ 45%, что главным образом зависит от температурного режима спекания и применяемого вида глин, также количества известняка в исходной композиции.

С применением порозиметра (Quantochrome Pore Master) показано, что доминируют два вида больших пор размеров 0,1 - 10 μm и поры 10 - 1000 μm . Рентгенофазовым анализом установлено, что кристаллическая фаза керамики образована высокотемпературными соединениями - шпинелем ($MgAl_2O_4$) и кварцем (SiO_2) при весьма обильном содержании стекло- и газообразных фаз (порами). При постоянном соотношении синтетического сырья, глин и доломита, пористость возрастает с повышением температуры спекания и известняка.