

PROCESSING OF LATVIAN SILICATE WASTE INTO GLASS-CERAMICS BY POWDER TECHNOLOGY AND SINTERING

LATVIJAS RŪPNIECISKO NEORGANISKO ATKRITUMU PĀRSTRĀDE STIKLKERAMIKĀ LIETOJOT PULVERTEHNOLOĢIJAS METODI UN SAĶEPINĀŠANU

Ineta Rozenštrauha
RTU Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte
Jeremy P. Wu, Aldo R. Boccaccini
Imperial College London

Summary

A technique based on a single sintering and crystallisation step in the temperature range 980 to 1110°C was shown to be a convenient route for production of very dense glass-ceramics from waste mixtures of Latvian origin. The products have attractive mechanical properties: microhardness value > 5.94 GPa and diametral compressive strength of 55 MPa, determined using Brazilian disc test. Due to their low porosity and water uptake (0.10 – 0.14 %), the materials can be suitable for frost resistance applications, for instance in floors of industrial building and external tiles. The inertization possibility of an iron-rich steel cooling refuse via powder technology and sintering without addition of other materials was carried out in order to recycle this kind of metallurgical waste in new products. The product has a sintered density of 4.2 g/cm³, 17 % porosity, 3.26 GPa microhardness and 37 MPa ultimate fracture strength. With the utilisation of this waste, novel porous building products can be manufactured with saving in raw material and energy costs.

Darbā pētītas Latvijas rūpniecisko neorganisko atkritumu pārstrādes iespējas stiklkeramiskos materiālos, veidojot dažādas neorganisko atkritumu (kūdras pelni, atkritumu stikls) un dzelzi saturošu metalurģisko atkritumu (tērauda dzesēšanas nobiras un kodināšanas atlikumus) kompozīcijas un lietojot pulvertehnoģijas metodi.

Paralēli pētītas arī dzezi saturošo (Fe oksīdu saturs ~ 90 masas %) tērauda dzesēšanas nobiru inertizēšanas iespējas, pārbaudot minētā atkrituma veida saķepšanas īpašības temperatūru intervālā 1000 – 1300°C. Saķepšanas īpašību izmaiņas kompozīcijām no minētajiem atkritumu veidiem, kā plastificējošās piedevas izmantojot Liepas mālus, noteiktas temperatūru intervālā no 980 – 1300°C. Termiskās īpašības saķepinātiem materiāliem noteiktas ar diferenciāli-termisko analīzi (DTA), mineraloģiskais sastāvs – ar rentgendifrakcijas metodi (XRD), savukārt ķīmiskā analīze veikta, izmantojot skanējošo elektronmikroskopiju (SEM).

Tēraudliešanas nobiras ražotnē tiek iegūtas kā blakusprodukti tērauda sagatavju atdzesēšanas procesā, kurā tiek izmantots ūdens, un satur apmēram 90 % Fe oksīdu veidā, kā arī dažus piemaisījuma elementus - Cr, Mn, As, Ni u.c. Tā kā Fe oksīdu reducēšana pašlaik vēl nav ekonomiski pamatots process, tad minēto atkritumu daudzums uz šo brīdi sasniedz apmēram 10 tūkstoši tonnas, kuras uzkrātas AS "Liepājas metalurģs" piederošajā Liepājas ezera teritorijā. Līdzīga situācija ir ar kodināšanas vannu atlikumiem, kuri rodas nākošajā tērauda ražošanas stadijā – tērauda sagatavju sērskābās kodināšanas procesā, lai attīrītu tās no Fe oksīdiem un hidroksīdiem, un sekojošā neitralizācijā ar kaļķiem, kā rezultātā šis atkritumu veids satur Fe(OH)₃ kā arī Ca, CO₂, SO₃. Abi minētie atkritumu veidi – kodināšanas vannu atlikumi un tērauda atdzesēšanas nobiras ir ieguvuši bīstamo atkritumu statusu (C-faktors) pateicoties to sastāvā esošajiem naftas produktiem.

Jau iepriekš veikti pētījumi par kūdras pelnu, filtrputekļu un metalurģisko sārņu, kā arī Liepas mālu stiklakeramisku kompozītmateriālu veidošanu, ar nolūku tos izmantot kā blīvus, salturīgus, ķīmiski izturīgus būvkeramikas materiālus [1., 2].

Tabula rāda iegūto saķepmateriālu īpašības – blīvumu, porainību, ūdens uzsūci, Vikera cietību, virsmas stiprību, krāsu.

Pēc rentgendifrakcijas analīzes rezultātiem galvenās kristāliskās fāzes stiklakeramikas kompozīcijā I-1 ir: kvarcs (SiO₂), korunds (Al₂O₃), hematīts (Fe₂O₃) un diopsīds (Ca(Mg,Al)(Si,Al)₂O₆), savukārt hematīts (Fe₂O₃), kvarcs (SiO₂) un augīts (Ca(Fe,Mg)Si₂O₆) kompozīcijā I-2.

Lai iegūtu blīvus stiklakeramikas materiālus no Latvijas rūpnieciskiem atkritumiem, izmantota saķepšanas un vienlaicīgas kristalizācijas metode termiskās apstrādes temperatūru intervālā no 980 līdz 1110°C. Produkti uzrāda sekojošas mehāniskās īpašības: mikrocietība > 5.94 GPa un diametrālā spiedes stiprība 55 Mpa (spiedes stiprība noteikta, izmantojot Brazīlijas testu). Tā kā materiāli uzrāda zemu porainību un ūdens uzsūci (0.10 – 0.14 %), tos var izmantot iepriekšminētajam mērķim – blīvai, salturīgai būvkeramikai – t.i. ceļu segumiem, ražošanas būvju grīdām un citiem izmantošanas veidiem.

1. tabula. Stiklakeramikas materiālu I-1; I-2 un tērauda dzešēšanas nobiru īpašības

Īpašības	I-1	I-2	Tērauda dzesēšanas nobiras
Saķepšanas temperatūra, °C	1030	1050	1300
Saķepblīvums, g/cm ³	2.46	2.52	4.21
Relatīvais blīvums, %	95	80	83
Atklātā porainība, %	0.2	0.6	17
Ūdens uzsūce, %	0.10	0.25	4.10
Mikrocietība, GPa	6.04	5.94	3.26
Graujošā stiprība uz spiedi, MPa (Brazīlijas tests)	55	36	37
Stiklkeramikas krāsa	brūna	melna	pelēka

Pārbaudot Fe saturošo tērauda dzešēšanas nobiru reciklēšanas iespējas, iegūti materiāli ar blīvumu 4.2 g/cm³, 17 % porainību, mikrocietību 3.26 GPa un izturību uz spiedi 37 MPa. Veicot šī atkritumu veida reciklēšanu, iegūti jauni poraini materiāli, kuru ražošanā ir ietaupīti gan enerģētiskie gan minerālie resursi.

Literatūras saraksts:

- Berzina, L., Cimdins, R., Rozenstrauha, I. et.al. : Glas-ceramic materials with multibarrier structure obtained from industrial waste. Key Eng. Mat. 132-136 (1997) p.2228-2231.
- Sintered Glass-Ceramic Matrix Composites made from Industrial Waste / I. Rozenstrauha, R.Cimdins, L.Berzina, D.Bajare, J.Bossert, A.R.Boccaccini // Glas Science and Technologie 75 (2002) No.3, pp. 132 – 139.

Referents: Ineta Rozenštrauha, RTU, Materiālzinātnes un lietišķās ķīmijas fakultāte, Ķīmijas katedra, Āzenes 14/24, Rīga, LV-1048, tel. 7089258, e-pasts: ineta@ktf.rtu.lv