

## THE MANUFACTURING OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY GLASS-CERAMICS VIDEI DRAUDZĪGAS STIKLKERAMIKAS VEIDOŠANA

Ineta Rozenštrauha, Edmunds Lodiņš, Aivars Lorencs, Rihards Freidenfelds, Diāna Bajāre, Linda Krāģe, Modris Drille  
Rīgas Tehniskā universitāte  
Inese Pastare  
Latvijas Universitāte  
Ester Gomez, Aldo Boccaccini  
Imperial College London, Department of Materials

**Summary:** Given paper presents the results of an investigation on reversibility of glass-ceramic materials based on various combinations of inorganic industrial waste - steel cooling refuse, etching refuse and alumina containing waste.

In order to investigate the sintering capability of different waste types, the thermal behaviour (by DTA), mineralogical composition (by XRD) and chemical composition of testing solutions after leaching tests of waste were analysed. The main chemical elements - Al, Fe, Ca, Mg, Cu and Pb were determined.

The glass-ceramic materials with properties corresponding to building ceramics (bulk density 2,3 – 2,9 g/cm<sup>3</sup>, water uptake 0,15 – 0,6 %) prepared from wastes mentioned above and clay in different ratio were obtained.

Chemical durability of new composite materials was determined using four test-methods. The presence of Cu, Al, Fe, Ca and Zn was detected after the treatment of samples with acidic, alkaline and water solutions. After the treatment in acidic test-solutions the changes of microstructure and decrease of Fe, Cu, and Mg concentrations in materials microstructure were observed.

According to obtained results, new glass-ceramic composite materials have properties corresponding to building materials.

Realizējot Latvijas ilgtspējīgas attīstības politiku dabas resursu izmantošanā, nepieciešams pēc iespējas samazināt atkritumu daudzumu jau to rašanās tehnoloģiskajā procesā vai pārstrādāt radušos atkritumus vai blakusproduktus ar pēc iespējas samazinātām izmaksām - reciklēt. Reciklēšana ir īpaši svarīga tām Latvijas ražotnēm, kurās jau ir uzkrājušies lieli daudzumi nepārstrādātu rūpniecisko atkritumu un šo atkritumu daudzums proporcionāli palielinās, līdz ar ražošanas apjomu.

No literatūras zināmas vairākas neorganisko silikātu atkritumu reciklēšanas metodes [1]. Minēto metožu mērķis ir iegūt no atkritumiem otrreiz izmantojamus materiālus, tādējādi samazinot atkritumu daudzumu, vai inertizēt ekoloģiski bīstamos atkritumus, lai tos varētu videi draudzīgā veidā apglabāt.

Darbā kā izejvielas izmantoti AS "Liepājas Metalurģs" rūpnieciskie atkritumi – tēraudliešanas nobiras, kodināšanas vannu atlikumi un alumīniju saturoši metālpārstrādes atkritumi, kuriem līdz šim nav atrastas izmantošanas iespējas. Jau iepriekš veikti atkritumu veidu pētījumi [2]. Atkritumiem veikta diferenciāli-termiskā analīze, lai noskaidrotu to termiskās īpašības. Ar rentgendifrakcijas metodi noteiktas arī atkritumu galvenās kristāliskās fāzes: kalcīts, hetīts, hematīts, magnetīts, vjustīts, ģipsis u.c. Veikta arī atsevišķu atkritumu veidu ekstraktu analīze, kurā testēšanas šķīdumos galvenokārt konstatēti Cu, Al, Fe, Ca un Zn.

Izmantojot pulvertehnoloģijas metodi un vienpakāpju termisko apstrādi, kā arī variējot temperatūras režīmu, no neorganiskajiem rūpnieciskajiem atkritumiem un Latvijas minerālajām izejvielām – māliem un stikla iegūti stiklkeramiski materiāli, kuri pēc to fizikāli-ķīmiskajām īpašībām atbilst būvkeramikas prasībām. Iegūtajās 4 optimālajās atkritumu-izejvielu kompozīcijās izmantoti AS „Liepājas Metalurģs” atkritumi – tēraudliešanas nobiras, kodināšanas vannu atlikumi un alumīniju saturoši metālpārstrādes atkritumi.

Iegūtajiem materiāliem noteiktas fizikālās īpašības: – tilpummasa ir robežās no 2,3 līdz 2,9 g/cm<sup>3</sup> un ūdens uzsūce robežās no 0,15 līdz 0,6 %, kas atbilst blīvas būvkeramikas prasībām.

Lai varētu noskaidrot jauniegūto materiālu ķīmisko izturību apkārtējās vides iedarbībā, veikti sekojoši modificēti ķīmiskās izturības testi:

- paraugu izturēšana dažādās vidēs ar atšķirīgiem pH līmeņiem istabas temperatūrā 28 dienas (testšķīdumi: 0,1 n Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; konc. HCl; 3% KOH, virsmas aktīvās vielas (Fairy), Coca-Cola; destilēts ūdens);
- paraugu apstrāde, vārot šķīdumos ūdens vannā (testšķīdumi: 3% HNO<sub>3</sub>; 3% NaOH; destilēts H<sub>2</sub>O);
- paraugu apstrāde, 1 stundu vārot šķīdumā (testšķīdums: 3% HNO<sub>3</sub>);
- ūdenī šķīstošo sāļu kristalizācijas tests (testšķīdums: 14 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> šķīdums).

Būtiskas paraugu masas izmaiņas konstatētas, veicot testus HNO<sub>3</sub> vidē (pH ≈ 2). Skābes testšķīdumos pēc paraugu apstrādes konstatēti Cu, Al, Fe, Ca un Zn. Materiālu mikrostrukturā ķīmiskā sastāva izmaiņas novērotas pēc apstrādes skābes šķīdumā, tās ir - Fe, Cu un Mg koncentrācijas izmaiņas.

Kompozītmateriāli testēti arī saskaņā ar ūdenī šķīstošo sāļu kristalizācijas testu (LVS EN 12370), testšķīdums: 14 % Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> šķīdums. Paraugu masas samazināšanās novērotas pēc 10. cikla. Pēc iegūtajiem

raksturlielumiem kopumā kompozītmateriāli atbilst būvkeramikai izvirzītajām prasībām.

#### **Literatūra**

1. R.D.Rawlings, J.P.Wu, A.R.Boccaccini. Glass-ceramics: Their production from wastes-A. Review. *J Material Science* (2006), 41, pp. 733-761
2. I.Rozenštrauha, J.P.Wu, A.R.Boccaccini. Processing of Latvian silicate waste into glass-ceramics by powder technology and sintering. *Glass Science and Technology*, (2005), 46 (3), pp. 248–254

Dr. chem. Modris Drille  
Riga Technical University  
Faculty of Materials Science and Applied Chemistry  
Āzenes iela 14/24, Rīga, LV-1048  
E-mail: modris@ktf.rtu.lv

Dr. ing. Ineta Rozenštrauha  
Riga Technical University  
Faculty of Materials Science and Applied Chemistry  
Āzenes iela 14/24, Rīga, LV-1048  
E-mail: ineta@ktf.rtu.lv