



ENV.net
Development of the ENV.net in West Balkan and Turkey:
giving citizens a voice to influence the environmental process
reforms for closer EU integration-
EuropeAid/132438/C/ACT/Multi - 2012/306-642



Životna sredina ka Evropi Environment to Europe



EnE13 – Deveta regionalna konferencija
EnE13 – The Ninth Regional Conference
Beograd, 10. 06.2013.

Životna sredina na lokalnu - ENV.net okrugli sto
Local Environment - ENV.net Roundtable

CD Zbornik radova
CD Proceedings of Papers

ENV.net PROJECT IS FUNDED BY THE EUROPEAN UNION

The views expressed in this Conference do not necessarily reflect the views of the European Commission



Životna sredina ka Evropi
Environment to Europe



EnE13 – Deveta regionalna konferencija
EnE13 – The Ninth Regional Conference
Beograd, 10. 06.2013.

CD Zbornik radova

CD Proceedings of Papers



Životna sredina ka Evropi
Environment to Europe



EnE13 – Deveta regionalna konferencija
EnE13 – The Ninth Regional Conference
Beograd, 10. 06.2013.

RECENZENTSKI ODBOR:
ADVISORY COMMITTEE:

Doc.dr. **Hristina Stevanović-Čarapina**, Fakultet zaštite životne sredine u Sremskoj Kamenici
Prof dr **Predrag Simonović**, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu
Prof dr **Dejan Filipović**, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu
Miroslav Tadić, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine
Aleksandra Došlić, Ministarstvo prirodnih resursa, rudarstva i prostornog planiranja
Mr **Dušan Stokić**, Privredna komora Srbije
Prof. dr **Andjelka Mihajlov**, Predsedavajuća Konferencije/Chair person

ORGANIZACIONI ODBOR:
ORGANISATION COMMITTEE:

Prof. dr **Andjelka Mihajlov**, Predsedavajuća Konferencije/Chair person
Doc. dr **Dunja Prokić**, Koordinator EnE13 Konferencije/EnE13 Conference Coordinator
Dr **Uroš Rakić**, asistent Koordinatora Konferencije
Tijana Spasić, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine
Sandra Radunović, izvršni direktor za program unapređenja naučnog, inovacionog, istraživačkog i stručnog rada AOR
Filip Jovanović, asistent na ENV.net projektu
Organizacioni tim “Ambasadora održivog razvoja i životne sredine”



22. ISPITIVANJE PRIMENA GLINE U SINTEZI POROZNE KERAMIKE

Maja Kokunešoski, Aleksandra Šaponjić, Mirjana Pavlović, Jelena Pantić,
Vesna Maksimović, Milena Rosić, Branko Matović
Institut za nuklearne nauke „VINČA“, Univerzitet u Beogradu 11001, Beograd, Srbija

Abstract: Glina je imala značajnu ulogu u životima ljudi i razvoju ljudske civilizacije. Kao prirodni materijal, glina se i danas koristi u mnogim privrednim granama, poljoprivredi, građevinarstvu. U radu je ispitana mogućnost primene gline iz kolubarskog ugljenog basena koji se nalazi na oko 50 km jugozapadno od Beograda. Porozna keramika na bazi alumo silikata dobijena je od gline i borne kiseline. Posebna pažnja u procesu sinteze posvećena je proceduri pripreme polaznih smeša kako bi se postigla homogena raspodela polaznih komponenti u uzorcima. Glina je pripremljena za procesiranje prvo termičkim, a zatim i hemijskim tretmanom. Borna kiselina u količini od 2 mas% korišćena je kao vezivno sredstvo i aditiv pri sinterovanju. Formirani ispresci na nižim pritiscima sinterovani su na temperaturama do 1300 °C. Rezultati pokazuju da se glina zbog svoje prirode i submikronske veličine čestica može veoma uspešno koristiti kao prirodna sirovina za sintezu porozne alumo silikatne keramike.

Ključne reči: Glina/Porozna keramika/Borna kiselina/Silikatna keramika

1. UVOD

Glina je prirodni materijal koji ima značajnu ulogu u životima ljudi i razvoju ljudske civilizacije. Danas se ona koristi u mnogim privrednim granama, poljoprivredi, građevinarstvu, farmaciji...

Glinasestojidveomamalihčestica, manjihod 2µm [1].

Zbog svojih fizičko-hemijskih osobina koje poseduje, poput visoke otpornosti na atmosferske uslove,

geohemijske čistoće, lakog pristupanja i depozitima u blizini zemljine površine i niskocene, našla je veliku primenu u ekološkom sektoru [2]. Glina zbog svoje prirode i submikronske veličine čestica može veoma uspešno da se koristi kao prirodna sirovina za sintezu porozne alumo silikatne keramike.

Prema Giese i van Oss [3] mineral glina su kaolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), illit $\text{K}_x\text{Al}_4(\text{Si}_{8-x}\text{Al}_x)\text{O}_{20}(\text{OH})_4$ i smektit $(\text{NaCa})(\text{AlMg})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})_3(\text{OH})_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Ovi minerali se retko pojavljuju kao monomineralni.

Uglavnom su vezani za druge aluminosilikatne minerale ili silikate. Mineralne grupe ilita su po svojoj strukturi bliskiliskunima, ali njihov hemizamodgovara glinama. Hemijski sastav minerala ilita nije ustaljen. U formulaciji on je predstavljen $\text{K}_x\text{Al}_4(\text{Si}_{8-x}\text{Al}_x)\text{O}_{20}(\text{OH})_4$, gde je x uvek manje od 2 i obično ima vrednosti 1 ili 1,5. Ilit je sastavni deo glinovih zemljišta. Mitchell [4] je predpostavio da je „možda najprisutniji mineral glina u zemljištu“.

U ovom radu ispitana je mogućnost primene gline ilitskog tipa iz kolubarskog ugljenog basena, u procesiranju porozne keramike. Glina je pripremljena za procesiranje prvo termičkim, a zatim i hemijskim tretmanom. Kao vezivo i sredstvo za sinterovanje korišćena je borna kiselina. Zagrevanjem borna kiselina otpušta deo vode i prelazi u metabornu kiselinu HBO_2 . Daljim zagrevanjem, ona prelazi u čvrst bor-trioksid B_2O_3 koji je delotvoran kao topitelj iznad 850°C.

Namera je bila da se procesira porozna silikatna keramika velike poroznosti na što nižem pritisku i

sniženom temperaturom sinterovanja, primenom borne kiseline kao jeftinog aditiva.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Glina je za procesiranje pripremljena termičkim, a zatim i hemijskim tretmanom. Termičkim tretmanom na 600 °C, 2 h u struji vazduha iz gline su uklonjene organske primese. Hemijskim tretmanom koji se odvijao 6 dana uvedenom rastvoru HCl, smanjen je sadržaj gvožđa u glini. Ovaj vodeni rastvor za hemijski tretman je pripremljen u masenom odnosu 1:1 od destilovane vode i HCl (p.a. 37%, BDH Prolabo).

Posebna pažnja je posvećena proceduri pripreme smeša za presovanje i prečišćene gline i H₃BO₃. Prečišćena glina je homogenizovana sa 2 mas.% H₃BO₃. Vodeni rastvor H₃BO₃ je pripremljen rastvaranjem praha H₃BO₃ u destilovanoj vodi na 25 °C [5].

Ispresci prečnika 8 mm formirani presovanjem 2,5 g na pritiscima od 40, 60 i 80 MPa su sinterovani u vazduhu 4h na 850, 1000, 1150 i 1300 °C.

Hemijski sastav gline određen je spektrometrijski, primenom induktivno spregnute plazme (ICP). ICP spektrometar (Spectro Analytical Instruments), model Spectroflame sa RF generatorom na 27,12 MHz, snage 2,5 kW, ima mogućnost sekvencionog i simultanog merenja većeg broja elemenata u spektralnoj oblasti od 190 do 450 nm. Kvalitativna analiza polaznog praha i sinterovanih uzoraka urađena je rendgenskom difrakcijom na automatskom difraktometru za polikristalne uzorke Ultima IV Rigaku sa CuK α zračenjem (1,5405 nm). Pri tome je korišćen napon vrednosti 40kV i jačina struje 40 mA. Uzorci su snimani u intervalu uglova 2 θ od 4° do 70°, sa korakom 0,02°/min. Mikrostrukturalna analiza sinterovanih uzoraka rađena je metodom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Na uređaju JEOL JCM-5800 (oxford Instrument link ISIS 300).

Geometrijska gustina sinterovanih uzoraka je određena na osnovu njihovih dimenzija i mase. Hidrostatička gustina je određena potapanjem sinterovanih uzoraka u ksilen (1) po modifikovanoj Arhimedovoj metodi (standard JUS B.D.8.312), dok je tvorena poroznost određena je prema jednačini (2):

$$\rho_{hidrost.} = \frac{G\rho_k}{(M + G_1 - G_2)} \quad (1)$$

$$Otv. por. = \frac{G_1 - G_2}{(M + G_1 - G_2)} * 100 \quad (2)$$

gde je: ρ - gustina uzorka, ρ_k - gustina ksilena, G - masa suvog uzorka, G_1 - masa natopljenog uzorka, G_2 - masa uzorka i nosača potopljenih u ksilen, M - masa nosača potopljenog u ksilen.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Hemijski sastav polazne gline i sastav gline nakon termičkog i hemijskog tretmana predstavljen je u Tabeli 1.

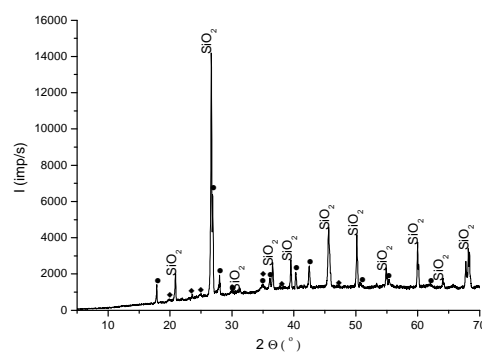
Rendgenski difraktogram polazne gline prikazan je na sl. 1. Na prikazanom rendgenskom difraktogramu uočavaju se jasni pikovi kvarca (PDF: 33-1161, SiO₂) i pikovi slabijeg intenziteta koji pripadaju ilitu. Visok sadržaj SiO₂ u uzorku (Tabela 1, Sl. 1) ukazuje da korišćena glina pripada tipu peskovite ilitne gline.

Ispresci ispresovani na pritiscima od 40, 60 i 80 MPa, a zatim sinterovani na 850 i 1150 °C, nisu pokazali dobru postojanost. Zadovoljavajuća postojanost je ostvarena kod uzoraka presovanih na 60 i 80 MPa, a zatim sinterovanih na 1150 °C kao i uzoraka sinterovanih na 1300 °C koji su prethodno presovani na svim primenjenim pritiscima. U daljem tekstu analizirani su sinterovani uzorci presovani na 60 MPa.

Na sl. 2. prikazani su rendgenski difraktogrami uzoraka sinterovanih na 850, 1000, 1150 i 1300 °C.

Tabela 1. Hemijski sastav polazne gline i sastav gline nakon termičkog i hemijskog tretmana

Oksidi	Polazna glina (%)	Termički i hemijski tretirana glina (%)
Al ₂ O ₃	6,05	5,10
Fe ₂ O ₃	2,06	0,96
TiO ₂	0,48	0,52
MgO	0,35	0,25
CaO	0,18	0,21
Na ₂ O	≈ 0,54	≈ 1,01
K ₂ O	> 0,5	> 1
SiO ₂	≈ 90	≈ 92



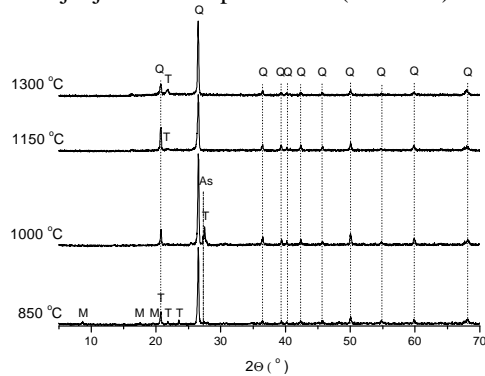
Sl. 1. Rendgenski difraktogram polazne gline
 □ PDF: 26-0911 ilit - ((K, H₃O) AL₂Si₃AlO₁₀(OH)₂)
 □ PDF: 09-0334 ilit - K-Na-Mg-Fe-Al-Si-O-H₂O

Na difraktogramima se uočavaju jasno izraženi pikovi kvarca, dok pikovi slabijeg intenziteta pripadaju tridimitu, aluminijum oksidu, aluminijum silikatu i muskovitu.

U Tabeli 2. predstavljena je promena gustina i poroznosti uzoraka sa porastom temperature sinterovanja. Iz prikazanih rezultata uočava se da porast temperature, usled prisustva borne kiseline

kod sinterovanih uzoraka dovodi do očekivanog porasta hidrostatičke i geometrijske gustine i smanjenja otvorene poroznosti.

Na sl. 3. predstavljene su SEM fotografije uzoraka koji su sinterovani na 1150 i 1300 °C. SEM analiza je pokazala već na malim uvećanjima postojanje porozne strukture kod uzoraka sinterovanih do 1150 °C (sl. 3a) što je u saglasnosti sa ostvarenim visokim vrednostima otvorene poroznosti ovih uzoraka (Tabela 2). Sinterovanje na 1300 °C dovelo je do stapanja zrna (sl. 3b) i smanjenja otvorene poroznosti (Tabela 2).



Sl.2. Rendgenski difraktogrami sinterovanih uzoraka na 850, 1000, 1150 i 1300 °C

Q PDF: 33-1161 kvarc, SiO_2 ,

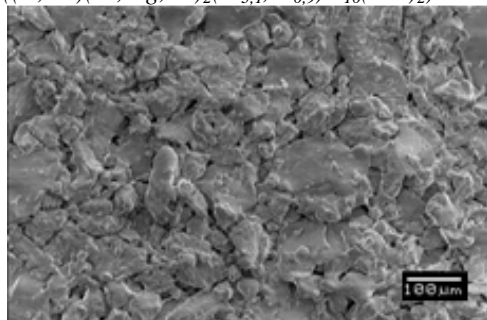
T PDF: 18-1170 tridimit, SiO_2 ,

A PDF: 26-0031 aluminijum oksid, Al_2O_3 ,

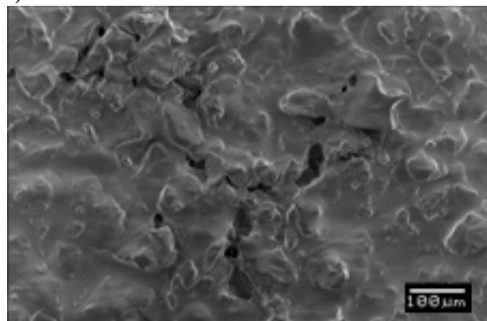
AsPDF: 25-0021, aluminijum silikat, Al_2SiO_4

M PDF: 07-0042, muskovit,

$((\text{K},\text{Na})(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe})_2(\text{Si}_{3,1},\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}(\text{OH})_2)$



a)



b)

Sl. 3. SEM fotografije uzoraka sinterovanih na: a) 1150 °C i b) 1300 °C

Tabela 2. Predstavljanje promena: geometrijske, hidrostatičke gustine i otvorena poroznost sa porastom temperatura sinterovanja

T (°C)	$\rho_{geom.}$ (g/cm^3)	$\rho_{hidrost.}$ (g/cm^3)	Otv. por. (%)
850	1,56	1,36	23,94
1000	1,54	1,71	35,65
1150	1,64	1,80	30,21
1300	1,84	2,09	14,81

T - temperatura sinterovanja, $\rho_{geom.}$ - geometrijska gustina, $\rho_{hidrost.}$ - hidrostatička gustina, Otv. por. - otvorena poroznost

5. ZAKLJUČAK

Porozna silikatna keramika na bazi peskovite ilitske gline sintetisana je primenom borne kiseline kao jeftinog i veoma moćnog topitelja u količini od 2 mas. %.

Kod uzorka presovanog na nižem pritisku (60 MPa), a zatim sinterovanog već na 1150 °C postignuta je zadovoljavajuća kompaktnost i očuvanost porozne strukture. Velika poroznost kod ovog sinterovanog uzorka je određena Arhimedovim principom i potvrđena SEM analizom.

Sinterovanje već na nešto malo višoj temperaturi od 1300 °C je dovelo do stapanja zrna i smanjenja poroznosti što je takođe potvrđeno navedenim analizama.

6. REFERENCE

- [1] J.K.Mitchell, 1976. Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- [2] J.Konta, 1995. Clay and man: Clay rawmaterials in the service of man. Applied Clay Science 10, p. 275-335.
- [3] F.R. Giese, and C.J. van Oss. 2002. Colloid and surface properties of clays and related minerals. University at Buffalo, State University of New York.
- [4] J.K.Mitchell, 1976. Fundamentals of Soil Behavior. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- [5] D.R.Lide, 2003-2004, Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press.

**CIP - Каталогизacija u publikaciji
Nародна библиотека Србије, Београд**

502/504(082)(0.034.2)

**РЕГИОНАЛНА конференција Животна средина ка
Европи (9 ; 2013 ; Београд)**

Životna sredina na lokalu - ENV.net

**okrugli sto [Elektronski izvor] : CD zbornik
radova / Deveta regionalna konferencija**

Životna sredina ka Evropi EnE12, Beograd, 10.

**06. 2013. ; [organizatori Ambasadori održivog
razvoja i životne sredine [i] Privredna**

komora Srbije] = Local Environment - ENV.net

Roundtable : CD proceedings of papers / The

Ninth Regional Conference Environment to

**Europe EnE13 ; [organized by Environmental
Ambassadors for Sustainable Development [and]**

Serbian Chamber of Commerce]. - Beograd :

**Ambasadori održivog razvoja i životne
sredine, 2013**

**(Beograd : Ambasadori održivog razvoja i životne
sredine). - 1 elektronski optički disk**

(CD-ROM) ; 12 cm

**Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa
naslovnog ekrana. - Tiraž 100. -
Bibliografija uz većinu radova.**

ISBN 978-86-910873-7-1

**1. Амбасадори одрживог развоја и животне
средине (Београд)**

**а) Животна средина - Заштита - Зборници
COBISS.SR-ID 198903052**