

Ljubiša Andrić^{1*}, Marko Pavlović², Marina Dojčinović³,
Dragan Radulović¹

¹Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina,
Beograd, Srbija, ²Kontrol Inspekt- Beograd, Beograd, Srbija,
³Univerzitet u Beogradu, Tehnološko- metalurški fakultet,
Beograd, Srbija

Naučni rad

ISSN 0351-9465, E-ISSN 2466-2585

UDC: 553.679-044.956:553.086

<https://doi.org/10.5937/zasmat2102126A>



Zastita Materijala 62 (2)

126 - 134 (2021)

Određivanje otpornosti na dejstvo kavitacije uzoraka pirofilita

IZVOD

U radu je ispitivana otpornost pod dejstvom kavitacije uzoraka sinterovanog pirofilita. Polazni uzorak pirofilita iz ležišta Parsović- BiH mleven je u vibracionom mlinu na granulaciju 20 μ m, presovan je i sinterovan na temperaturama (°C): 1000; 1100; 1200. Za procenu kavitacione otpornosti praćena je promena mase uzorka u funkciji vremena delovanja kavitacije. Primenjena je ultrazvučna vibraciona metoda sa stacionarnim uzorkom prema standardu ASTM G32. Izračunate su kavitacione brzine za sve uzorke, kao osnovni pokazatelj otpornosti materijala pod dejstvom kavitacije. Promena morfologije površine uzorka sa vremenom ispitivanja praćena je primenom skenirajuće elektronske mikroskopije. Na osnovu vrednosti kavitacione brzine i analize morfologije oštećenja površine određena je kavitaciona otpornost ispitivanih uzoraka na bazi pirofilita. Dobijeni rezultati ukazuju da uzorci sinterovanog pirofilita imaju zadovoljavajuću otpornost na dejstvo kavitacije i mogu se primeniti u uslovima manjih kavitacionih opterećenja.

Ključne reči: pirofilit, kavitaciona otpornost, gubitak mase, morfologija oštećenja, analiza slike

1. UVOD

Postoji niz fizičko-hemijskih i mineraloških svojstva pirofilita koja su uticala na izbor ove minealne sirovine za ispitivanje mogućnosti primene u uslovima eksploatacije u rudarstvu i metalurgiji. To se pre svega odnosi na svojstva: relativno visoka temperatura topljenja 1400-1560°C, vatro-stalnost 14SK/1750°C, mala gustina 2,65-2,85 kg/m³, tvrdoća po Mosh skali 1,5-2 i s toga dobra meljivost, mali koeficijent toplotne provodljivosti, mali koeficijent linearnog termičkog širenja, velika sposobnost nalepljivanja i oblaganja površina, visoka inertnost, tj. otpornost prema kiselinama, alkalijama i zagrevanju [1-5]. Razvoj novih materijala na bazi pirofilita postojanih u eksploataciji postavlja niz zahteva: čiste i kvalitetne polazne komponente; jeftine i lako dostupne nemetalne sirovine; brži razvoj postupaka sinteze i karakterizacije proizvoda za dobijanje zahtevane strukture i svojstava i drugo. Pirofilit je pogodan za izradu šireg spektra proizvoda i primenu u različitim granama privrede: u građevinarstvu, poljoprivredi, industriji hartije i drugim privrednim granama. Tehnologija prerade

stena pirofilita je ekološki čista, a proizvodi dobijeni tehnološkom preradom pirofilita nisu kancerogeni [6-10].

Za procenu mogućnosti primene pirofilita za izradu različitih delova industrijske opreme u metalurgiji i rudarstvu, istraživanjima u ovom radu je određena kavitaciona otpornost uzoraka sinterovanog pirofilita. Kavitacija je svojevrstni tip habanja i predstavlja pojavu nastajanja, rasta i implozije (urušavanja) parnih ili paro-gasnih mehura u tečnosti koja struji. Implozije mehura stvaraju udarne talase i mikromlazeve - koncentrator naprezanja, čija se energija rasipa unutar tečnosti ili je apsorbuje čvrsta površina sa kojom je tečnost u kontaktu [11, 12]. Udarne opterećenja nastala kolapsom kavitacionog mehura, kod metalnih materijala, utiču na nastajanje i razvoj oštećenja površine uzoraka, stvaraju elastično/plastične deformacije i otvrdnjavanje površine, a kada impulsni pritisci, dostignu amplitudu veću od maksimalne čvrstoće materijala, doći će do oštećenja i gubitka mase materijala, što predstavlja kavitacionu eroziju. Kod nemetalnih materijala (keramički materijali, polimeri) tokom ekspozicije javlja se nastajanje i razvoj oštećenja površine sa gubitkom mase bez pojave deformacije materijala. Tokom kavitacije pri urušavanju mehura lokalno nastaju visoke temperature i pritisci (približno 5000°C i 1000 bar) u vrlo kratkom vremenskom intervalu (manje od 1 μ s) [13, 14].

Autor za korespondenciju: Ljubiša Andrić

E-mai: lj.andric@itnms.ac.rs

Rad primljen: 02. 03. 2021.

Rad korigovan: 23. 04. 2021.

Rad prihvaćen: 28. 04. 2021.

Rad je dostupan na sajtu: www.idk.org.rs/casopis

Prema podacima iz literature većina istraživanja u ovoj oblasti odnose se na izučavanje ponašanja metalnih materijala pod dejstvom kavitacije, pre svega čelika i legura aluminijuma [11,13,15-20]. U drugoj polovini dvadesetog veka, razvojem novih materijala, započela su istraživanja njihove primene za sintezu komponenti koje treba izložiti kavitaciji i to: kombinacija metalnih i keramičkih materijala, polimernih, kompozitnih i drugih materijala [14,21-24], primena vatrostalnih premlaza za zaštitu i povećanje otpornosti na dejstvo kavitacije metalnih konstrukcija [25,26]. Prema podacima iz literature ispitivanja pirofilita u uslovi- ma dejstva kavitacije do sada nisu istraživana.

2. EKSPERIMENT

2.1. Materijal

Za istraživanje mogućnosti primene pirofilita u metalurgiji i rudarstvu polazni uzorak stene pirofilita iz ležišta Parsović-Konjic, BiH, je homogeniziran i iz njega su metodom šah polja izdvojeni uzorci za ispitivanja. Priprema uzorka se odvijala suvom mikronizacijom uzorka. Uzorci sinterovanog pirofilita dobijeni su presovanjem pod pritiskom 10^6 Pa praha pirofilita veličine zrna $20\ \mu\text{m}$, pomešanog sa aditivima za presovanje (0,6% bentonit; 0,5% celuloza), a zatim su sinterovani na tri različite temperature ($^{\circ}\text{C}$): 1000° (uzorak 1); 1100° (uzorak 2); 1200° (uzorak 3). Izabran je sledeći režim sinterovanja: podizanje temperature do 1000°C brzinom $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ u trajanju od 200 min; zatim zagrevanje do 1100° i 1200° brzinom zagrevanja $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ u trajanju 50 i 100 min, respektivno. Sinterovanje pirofilita na zadatim temperaturama trajalo je 1 h.

2.2. Metode ispitivanja

Eksperimentalno određivanje otpornosti sinterovanog pirofilita na dejstvo kavitacije vršeno je primenom ultrazvučne vibracione metode sa stacionarnim uzorkom prema standardu ASTM G-32 [27]. Ova metoda je primenjena s obzirom da, kavitacija, koja se razvija tokom ispitivanja, izaziva habanje i pojavu oštećenja ispitivane površine uzoraka, pri čemu se razvijaju visoke temperature i pritisci, pojava hemijske korozije, a što sve odgovara i uslovima oštećenja opreme u praksi. Ispitivanje je izvršeno u okviru preporučenih standardnih vrednosti sledećih parametara [27]:

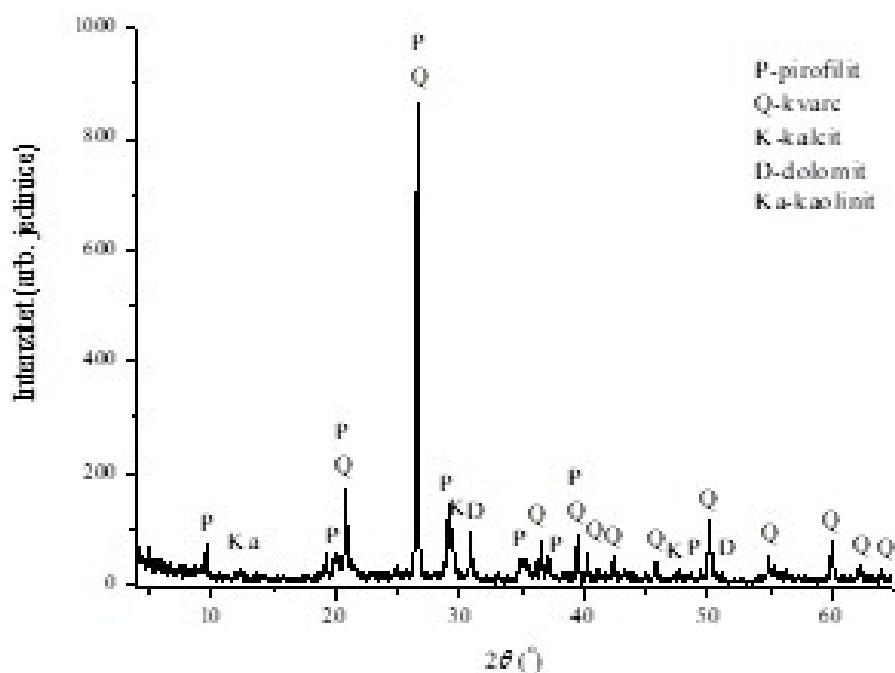
- Frekvencija mehaničkih vibracija: $20 \pm 0,2$ kHz;
- Amplituda vibracija na vrhu transformatora: 50 mm;
- Zazor između uzorka za ispitivanje i transformatora: 0,5 mm;
- Brzina protoka vode od 5 - 10 ml / s;
- Temperatura vode u kadi: $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Za procenu kavitacione otpornosti uzoraka pirofilita praćena je promena mase uzoraka u funkciji vremena delovanja kavitacije. Rendgenska difrakciona analiza korišćena je za određivanje i praćenje faznog sastava ispitivanih uzorka na bazi pirofilita. Uzorci su analizirani na rendgenskom difraktometru marke "PHILIPS", model PW-1710. Morfološka i kvantitativna hemijska analiza punioca urađena je na skenirajućem elektronskom mikroskopu (uređaj "JEOL" JSM 6610LV). Takođe, praćena je promena parametara strukture i otpornosti uzoraka primenom programa za kompjutersku analizu slike, Image Pro Plus [28]. Rezultati analize omogućili su sagledavanje mehanizama nastajanja i razvoja oštećenja površine uzoraka kroz praćenje sledećih pokazatelja oštećenja tokom vremena delovanja procesa kavitacije: nivo degradacije površine uzorka, (P/P_0 , %, pri čemu vrednost P_0 se odnosi na referentnu površinu bez pojave oštećenja, a vrednost P predstavlja oštećenja na površini uzorka nastala tokom testiranja), a posebna pažnja tokom ispitivanja posvećena je praćenju formiranja pojedinačnih jamica na površini uzorka (broj novih jamica N_p). Primenom analize slike dobijene su odgovarajuće linije profila pomoću kojih se prati promena površine uzoraka tokom ispitivanja. Ocena ponašanja ispitivanih uzoraka na dejstvo kavitacije analizirana je na osnovu korelacije dobijenih rezultata ispitivanja sa strukturom (neravnomerna struktura sa zrnastim i listastim agregatima) i svojstvima pirofilita (mala tvrdoća, pre svega). Svi dobijeni rezultati oštećenja površine uzoraka u vremenu dejstva kavitacije ilustrovani su dijagramima. Na osnovu dobijenih rezultata izvršeno je poređenje svojstava otpornosti ispitivanih uzoraka pirofilita sinterovanih na različitim temperaturama, na dejstvo kavitacije i procenjena je mogućnosti njihove primene za date uslove eksploatacije u praksi.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

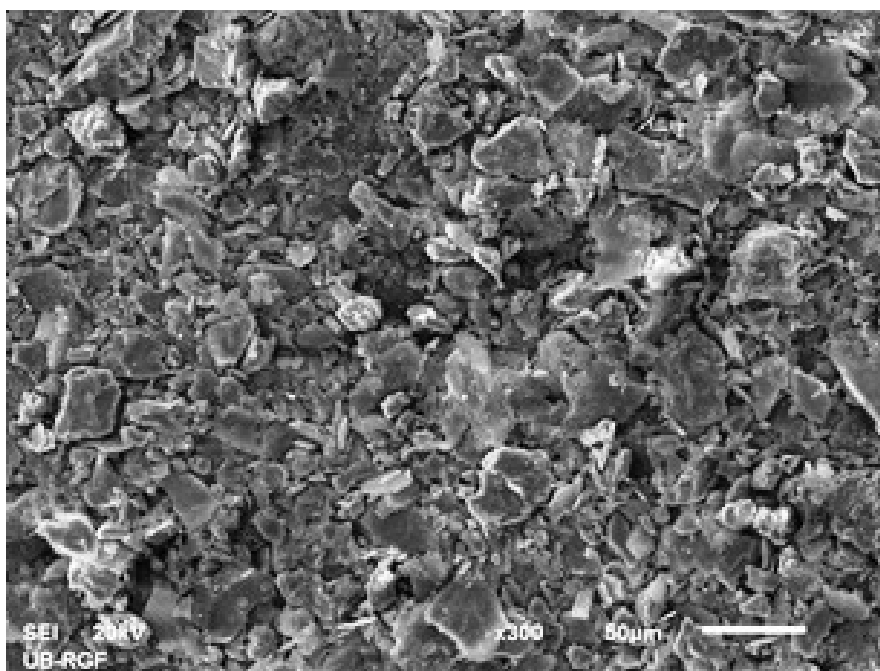
Poređenje svojstava otpornosti tri sinterovana uzoraka na bazi pirofilita (uzorci 1, 2 i 3) je obavljeno prema kriterijumima: gubitak mase; nivo oštećenja površine uzoraka usled nastajanja i razvoja jamica; broj formiranih jamica, njihov rast i/ili spajanje u veće i dublje jamice; povećanje hrapavosti površine. Pri tome istraživanja su vođena pri istom načinu pripreme površine uzorka i istim uslovima ispitivanja primenom ultrazvučne vibracione metode sa stacionarnim uzorkom.

Mineralni sastav uzoraka pirofilita je sledeći: pirofilit, kvarc, kalcit, dolomit. Najzastupljeniji minerali su pirofilit i kvarc, slika 1. Na slici 2 prikazana je SEM mikrofotografija uzorka pirofilita sa zrnima različitih dimenzija, nepravilnih formi i prisustvom ljuspastih agregata.



Slika 1. XRD polaznog uzorka pirofilita

Figure 1. XRD of initial pyrophyllite sample

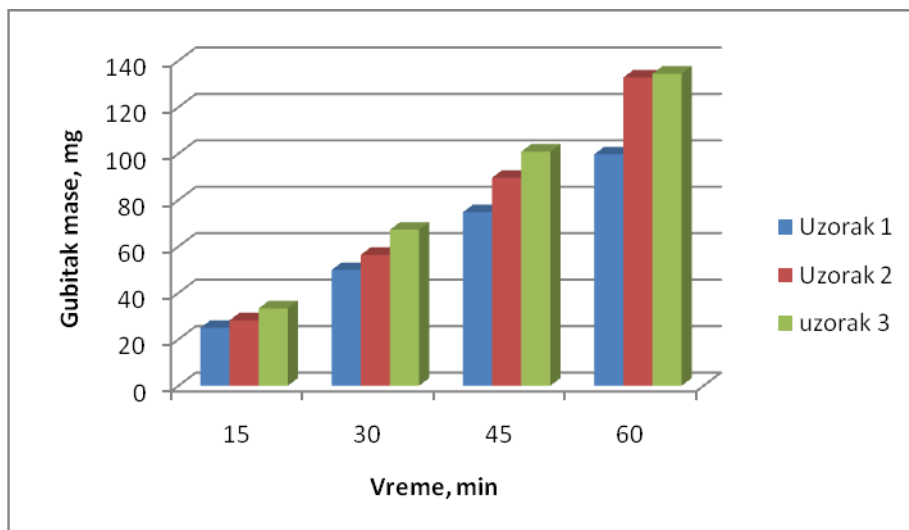


Slika 2. SEM mikrofotografija polaznog uzorka pirofilita

Figure 2. SEM microphotograph of initial pyrophyllite sample

Rezultati istraživanja nastajanja i razvoja oštećenja površine uzoraka pod dejstvom kavitacije su prikazani na dijagramu gubitka mase uzoraka tokom ekspozicije. Na ordinatu su nanosene

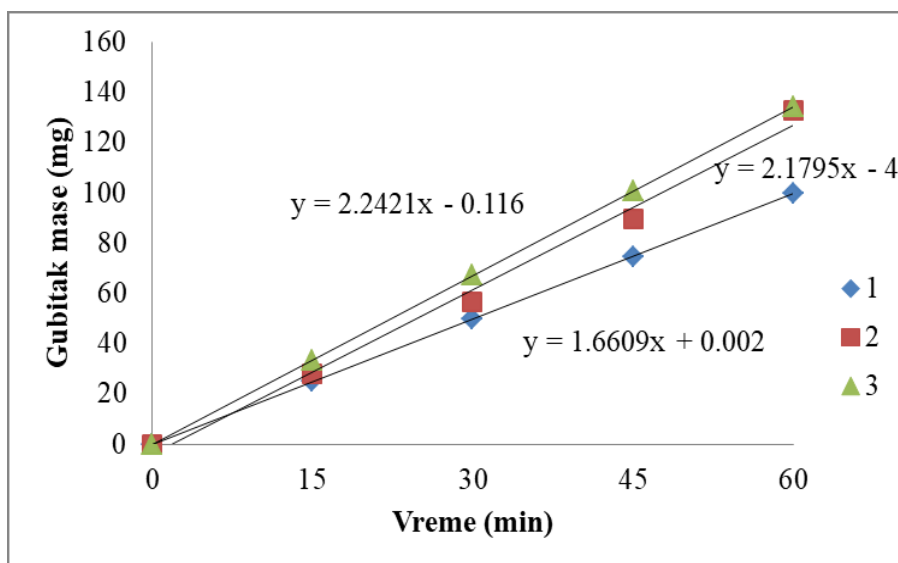
vrednosti gubitka mase (mg), a na apscisu je uneto vreme ispitivanja (min). Gubitak mase uzoraka pirofilita sinterovanih na različitim temperaturama u toku vremena ispitivanja prikazan je na slici 3.



Slika 3. Gubitak mase uzoraka pirofilita tokom ispitivanja otpornosti pod dejstvom kavitacije

Figure 3. Mass loss of pyrophyllite samples during the cavitation erosion testing

Kao pokazatelj otpornosti materijala u uslovima kavitacionih opterećenja određene su kavitacione brzine uzoraka 1-3. Korišćen je dijagram koji pokazuje pravolinijsku zavisnost između gubitka mase i vremena ispitivanja, a dobijen je primenom metode najmanjih kvadrata tačkica dijagrama. Gubitak mase uzoraka za vreme kavitacionog delovanja određen je iz tangensa nagiba prave, što ujedno predstavlja i kavitacionu brzinu na osnovu koje mogu da se porede svojstva otpornosti ispitivanih uzoraka pod dejstvom kavitacije. Pokazano je da uzorci 1-3 imaju različite gubitke mase i različite kavitacione brzine (mg/min): 1,66 (uzorak 1); 2,21 (uzorak 2); 2,24 (uzorak 3), prikazano na slici 4.

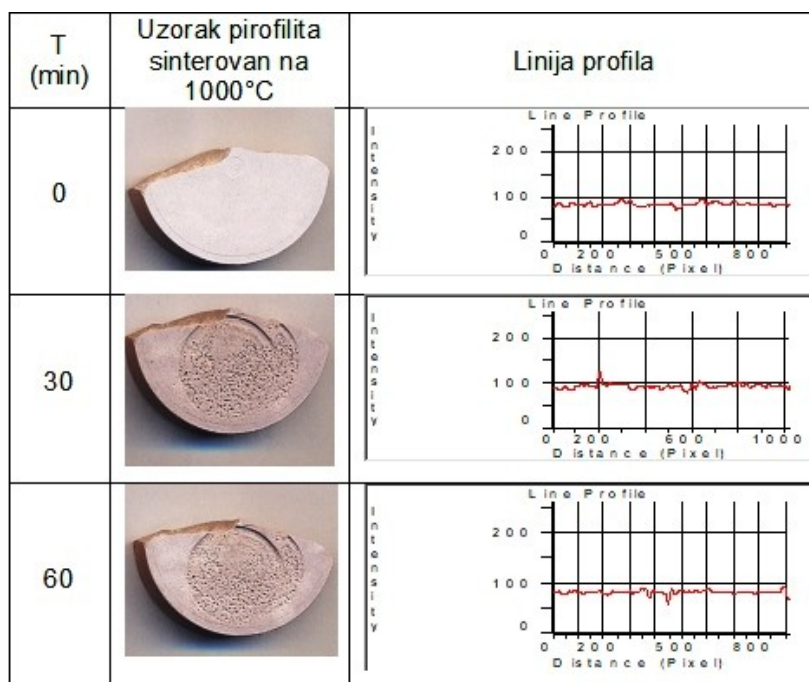


Slika 4. Kavitacione brzine sinterovanih uzorke na bazi pirofilita sa različitim temperaturama sinterovanja: 1) 1000°C ; 2) 1100°C ; 3) 1200°C

Figure 4. Cavitation rates of sintered samples based on pyrophyllite with different sintered temperatures: 1) 1000°C; 2) 1100°C; 3) 1200°C

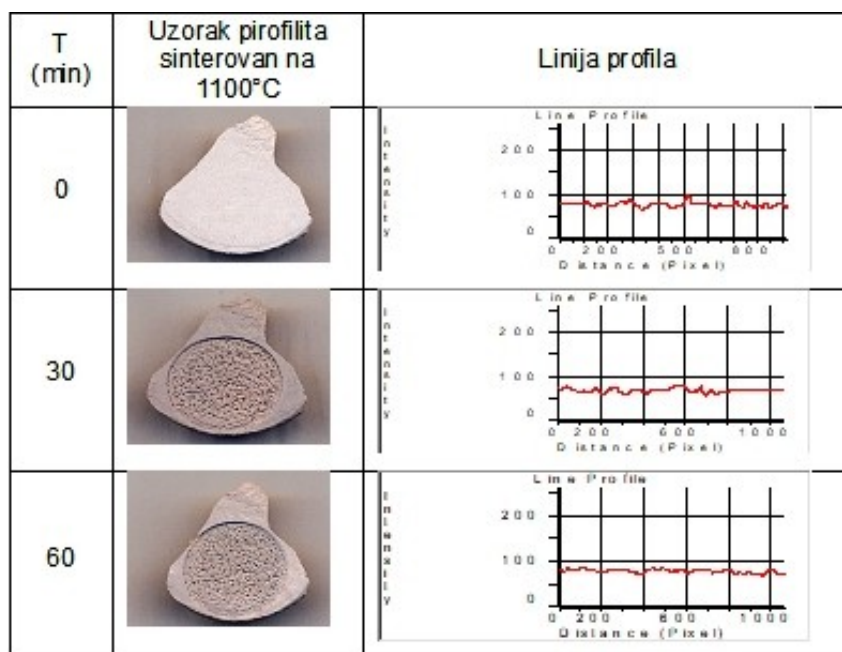
Uzorci sinterovanog pirofilita su fotografisani pre i tokom ispitivanja na dejstvo kavitacije. Konstatovano je da se na površinama uzoraka javljaju manja oštećenja površine sa pojavom

manjeg broja sitnih jamica u početku delovanja kavitacije i da se broj jamica tokom ispitivanja povećava što doprinosi razvoju oštećenja površine, slike 5-7.



Slika 5. Fotografije i linije profila uzoraka pirofilita sinterovanog na 1000°C (uzorak 1)

Figure 5. Photos and profile lines of pyrophyllite samples sintered at 1000°C (sample 1)

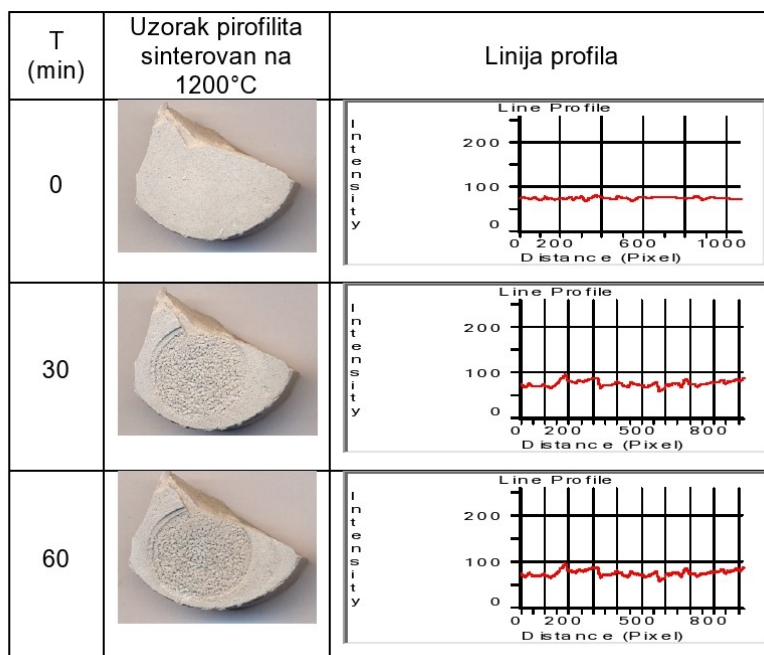


Slika 6. Fotografije i linije profila uzoraka pirofilita sinterovanog na 1100°C (uzorak 2)

Figur 6. Photos and profile lines of pyrophyllite samples sintered at 1100°C (sample 2)

Linije profila uzorka 1 su ravnomerne, što ukazuje na manja oštećenja uzoraka tokom ekspozicije. Veća oštećenja nastaju nakon 60 min ekspozicije. S obzirom na položaj pojedinih pikova, veća oštećenja nastaju u sredini uzorka, slika 5. Kod uzoraka 2 i 3 prisutan je veći broj formiranih jamica

koje su ravnomerno raspoređene po površini uzoraka. Kod ovih uzoraka tokom testiranja konstatovana je veća promena linija profila što ukazuje na veća oštećenja površine uzoraka tokom ekspozicije, slike 6 i 7.

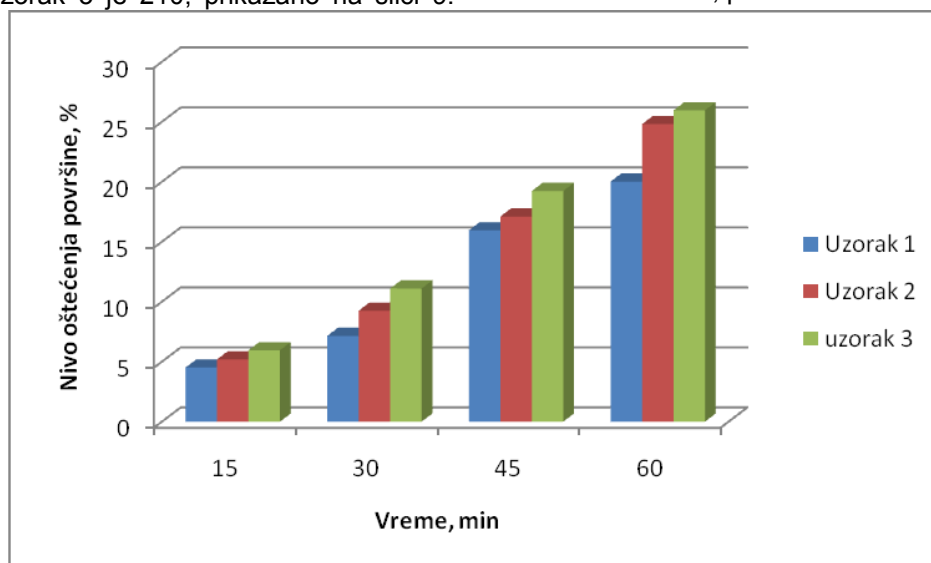


Slika 7. Fotografije i linije profila uzoraka pirofilita sinterovanog na 1200°C (uzorak 3)

Figure 7. Photos and profile lines of pyrophyllite samples sintered at 1200°C (sample 3)

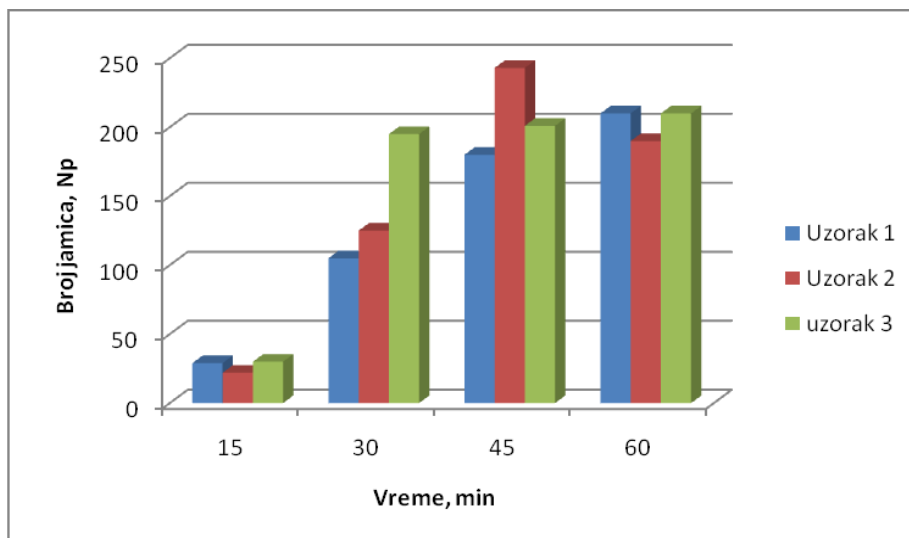
Rezultati prikazani na slici 8 odgovaraju rezultatima oštećenja površine uzoraka 1, 2 i 3 dobijenih primenom softverske analize slike. Površina uzorka 1 je manje oštećena u odnosu na uzorke 2 i 3. Na kraju vremena ispitivanja oštećenje površine uzorka je: 20% za uzorak 1; 24% za uzorak 2; 25% za uzorak 3. Na kraju procesa ispitivanja broj formiranih jamica za uzorak 1 je 200, za uzorak 2 je 180, za uzorak 3 je 210, prikazano na slici 9.

Kod uzoraka 1 i 3 broj formiranih jamica se postepeno povećava tokom ekspozicije, dok kod uzorka 2, nakon 45 min ekspozicije, broj formiranih jamica se smanjuje, što ukazuje da je došlo do njihovog spajanja, slika 9. Rezultati ispitivanja uzoraka 1-3 dobijeni primenom softverske analize slike, prikazani na slikama 8 i 9, odgovaraju rezultatima gubitka mase uzoraka i vrednostima kavitacionih brzina, prikazano na slici 4.



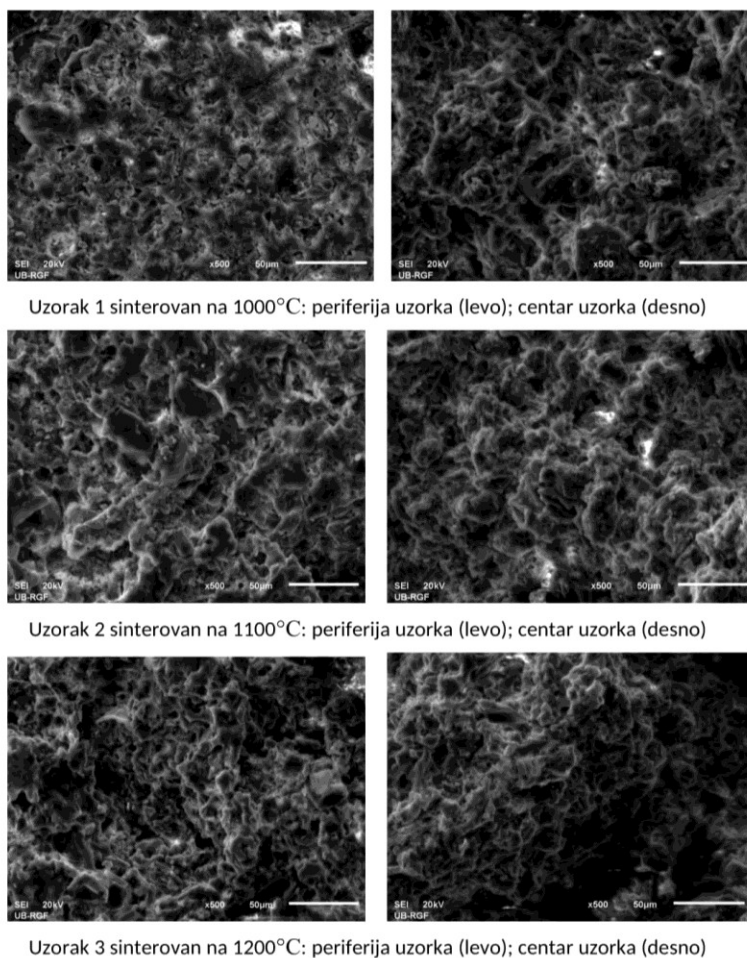
Slika 8. Nivo degradacije površine uzoraka sinterovanog pirofilita tokom ispitivanja na dejstvo kavitacije

Figure 8. Surface degradation level of sintered pyrophyllite samples during the cavitation erosion testing



Slika 9. Broj formiranih jamica tokom ispitivanja na dejstvo kavitacije za uzorke sinterovanog pirofilita

Figure 9. Number of pits formed during the cavitation erosion testing for pyrophyllite samples



Slika 10. SEM mikrofotografije površina uzoraka sinterovanog pirofilita tokom izlaganja dejstvu kavitacije u trajanju 60 min

Figure 10. SEM microphotographs of the surface of sintered pyrophyllite samples during exposure to cavitation for 60 min

Slika 10 prikazuje promenu površine uzoraka pirofilita sinterovanih na različitim temperaturama na kraju izlaganja dejstvu kavitacije u trajanju od 60 min. Kod uzorka 1, delovanjem procesa kavitacije u trajanju 60 min povećava se postojeća hrapavost površine i formira se manji broj plitkih jamica na periferiji i malo dublje jamice u centru uzorka, što se može zaključiti i na osnovu makrofotografije površine uzorka i linija profila, slika 5. Ukupno oštećenje površine uzorka 1 je 20%. SEM mikrofotografija, slika 10 pokazuje sitne jamice oštih ivica, što odgovara i manjim gubicima mase sa površine uzorka 1 tokom ekspozicije.

Kod uzorka 2, tokom ekspozicije formira se veći broj jamica ravnomerno raspoređenih po površini uzorka, a koje se tokom ekspozicije spajaju u veće jamice. To se vidi na osnovu makrofotografije površine uzorka i linija profila, slika 6, kao i dijagrama broja formiranih jamica za uzorak 2 tokom ispitivanja pod dejstvom kavitacije, slika 9. Jamice su većih dimenzija, oštih ivica, ravnomerno raspoređenih po površini uzorka, slika 10. Nivo oštećenja površine uzorka 2 je 24%, slika 8.

Kod uzorka 3, tokom ekspozicije formira se veći broj jamica ravnomerno raspoređenih po površini uzorka. Veći broj formiranih jamica doprinosi većem oštećenju površine uzorka što se vidi na osnovu makrofotografije površine uzorka i linija profila, slika 7. Nivo oštećenja površine uzorka 3 je 25%, slika 8. Na slici 10 vidi se da je na periferiji uzorka prisutan veći broj jamica manjih dimenzija, dok su u centru uzorka stvorene dublje jamice oštih ivica. Kod uzorka 2 je manja razlika u oštećenjima nastalim na periferiji i u centru uzorka, dok je kod uzorka 3 nastala razlika oštećenja površine periferije i centra uzorka više izražena, slika 10. Uzorci 2 i 3 se tokom ekspozicije više oštećuju, 24% i 25 %, respektivno.

4. ZAKLJUČAK

U radu su istraživani efekti primene ultrazvučne vibracione metode za određivanje kavitacionih oštećenja površine uzoraka pirofilita sinterovanih na različitim temperaturama. Cilj je bio utvrđivanje mogućnosti primene ove vrste sinterovanog materijala za dobijanje konstrukcionih elemenata opreme u metalurgiji i rudarstvu koji su u radu izloženi kavitacionim opterećenjima. Analiza gubitka mase i progresije erozije površine uzoraka tokom delovanja procesa kavitacije pokazala je različite efekte kavitacionih oštećenja uzoraka sinterovanih na različitim temperaturama.

Kod svih uzoraka pirofilita evidentno je da tokom ekspozicije period bez gubitka mase je gotovo zanemarljiv. Prema odabranim uslovima testiranja u prvih 15 min kod svih uzoraka prisutan je gubitak mase i kako se vreme ekspozicije pove-

ćava, kumulativni gubitak mase uzorka postepeno se povećava, sa pojavom većih oštećenja površine. Nešto manji gubitak mase i manja oštećenja pokazuje uzorak 1. Manja otpornost uzoraka na bazi sinterovanog pirofilita može se tumačiti manjom tvrdoćom ove vrste materijala. Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da je moguće primeniti sinterovane uzorke na bazi pirofilita u slučaju manjih kavitacionih opterećenja.

Zahvalnost

Ovo istraživanje je finansirano od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Ugovor br. 451-03-9/2021-14/200023 i Ugovor br. 451-03-9/2021-14/200135).

Autori izražavaju zahvalnost firmi AD HARBI d.o.o. Tvornička 3, 71210 Sarajevo-BiH, koja je obezbedila uzorke pirofilita za eksperimentalna istraživanja.

5. LITERATURA

- [1] Lj.Andrić, D.Radulović, M.Pavlović, M.Petrov, J.Stojanović (2020) Possibility of Applying Pyrophyllite as Filler in Refractory Coatings, Zastita Materijala, 61(3), 210-219.
- [2] M.Pavlović, M.Dojčinović, Lj.Andrić, D.Radulović, Z.Čeganjac (2019) Determination of Cavitation Resistance of Sintered Basalt Samples, 51th International October Conference on Mining and Metallurgy, Proceedings, Bor, Serbia, p.215-218.
- [3] M. Pavlovic, M. Dojcinovic, R. Prokic-Cvetkovic, Lj. Andric, Z. Ceganjac, Lj. Trumbulovic (2019) Cavitation wear of Basalt Glass Ceramic, Materials, 12(9), 2-11.
- [4] A. Terzić, D. Radulović, M. Pezo, J. Stojanović, L. Pezo, Z. Radojević, Lj. Andrić (2020) Prediction model based on artificial neuralnetwork for pyrophyllite mechano-chemical activation as an integral step in production of cement binders, Construction and Building Materials, 258,119721.
- [5] T. Mukhopadhyay, S. Ghatak, H. Maiti (2009) Effect of pyrophyllite on the mullitization in triaxial porcelain system, Ceram. Int., 35, 1493–1500.
- [6] P. Sanchez-Soto (1989) Thermal analysis of pyrophyllite transformations, Thermochem. Acta, 138, 267–276.
- [7] M.M. Ristić (1993) Principi nauke o materijalima, Srpska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje tehničkih nauka, posebna izdanja, Knjiga 36, Beograd, Srbija
- [8] Lj. Andrić, A. Terzić, Z. Aćimović-Pavlović, Lj. Pavlović, M. Petrov (2013) Comparative analysis of process parameters of talc mechanical activation in centrifugal and attrition mill, Physicochemical Probl.Miner.Process., 50(2), 433-452.
- [9] M.I.Mahadi, S.Palaniandy (2010) Mechanochemical effect of dolomitic talc during fine grinding process in mortar grinder, Int. J. Miner. Process., 94, 172-179.

- [10] M.Yekeler, U.Ulusoy, C.Hicyilmaz (2004) Effect of particle shape and roughness of talc mineral ground by different mills on the wettability and floatability. Powder Tech., 140, 68–78.
- [11] M.Dojčinović (2013) Razaranje materijala pod dejstvom kavitacije, Monografija, TMF, Beograd, str.99.
- [12] J.P.Franc, J.M.Michel (2004) Fundamentals of cavitation, Series Fluid Mechanics and Its Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, p.306-323.
- [13] M.Dojčinović (2013) Roughness measurement as an alternative method in evaluation of cavitation resistance of steel, Chem. Ind., 67, 323–330.
- [14] M.Pavlović, M.Dojčinović, R.Prokić-Cvetković, Lj. Andrić (2019) The Mechanisms of Cavitation Erosion of Raw and Sintered Basalt, Science of Sintering, 51, 409-419.
- [15] C.Feng, J.Shuyun (2014) Cavitation erosion of diamond-like carbon coating on stainless steel., Applied Surface Science, 292, 16-26
- [16] M.Dular, B.Stoffel, B.Sirok (2006) Development of cavitation erosion model, Wear, 261, 642–655.
- [17] M.Dular, A.Osterman (2008) Pit clustering in cavitation erosion, Wear, 265, 811–820.
- [18] J.R.Laguna-Camacho, R.Lewis, M.Vite-Torres, J.V. Mendez-Mendez (2013) A study of cavitation erosion on engineering materials, Wear, 301, 467–476.
- [19] R.H.Richman, W.P.McNaughton (1990) Correlation of cavitation erosion behavior with mechanical properties of metals, Wear, 140(1), 63-82.
- [20] M.Mlkvik, R.Olišiak, B.Knižat, J.Jedelsky (2014) Character of the cavitation erosion on selected metallic materials, EJP Web of Conference, 67, 02076.
- [21] W.J.Tomlinson, S.J.Matthews (1994) Cavitation erosion of structural ceramics, Ceram. Int., 20, 201–209.
- [22] R.Jasionwski, Z.Pedzich, D.Zasada, W. Przetakiewicz (2015) Cavitation Erosion Resistance of FeAl Intermetallics Alloys and Al₂O₃-based Ceramics, Arch. Metall. Mater., 60, 671–675.
- [23] D.Niebuhr (2007) Cavitation erosion behavior of ceramic in aqueous solution, Wear, 263, 295–300.
- [24] G.Garcia-Atance Fatjao, M.Hadfield, C.Vieillard, J. Sekulic (2009) Early stage cavitation erosion within ceramics-An experimental investigation, Ceramic International, 35(8), 3301-3312.
- [25] N.Qiu, L.Wang, S.Wu, D.S.Likhachev (2015) Research on cavitation erosion and wear resistance performance of coatings, Eng. Fail. Anal., 55, 208–223.
- [26] M.Pavlović, M.Dojčinović, R.Prokić-Cvetković, Lj. Andrić, M.Sarvan (2019) Kontrola kvaliteta vatrostalnih premaza primenom ultrazvučne vibracione metode sa stacionarnim uzorkom, Quality 2019, Proceedings, Neum, p.137-142.
- [27] ASTM G32-10 (2010) Standard Test Method for Cavitation Erosion Using Vibratory Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA. Image Pro Plus, The Proven Solution for Image Analysis; Media Cybernetics: Rockville, MD, USA.

ABSTRACT

DETERMINATION OF RESISTANCE TO CAVITATION OF PYROPHYLLITE SAMPLES

The resistance under the action of cavitation of sintered pyrophyllite samples was investigated. The initial sample of pyrophyllite from the Parsovic-BiH deposit was ground a vibrating mill to a granulation of 20 μm, pressed and sintered at temperatures (°C): 100; 1100; 1200. To assess cavitation resistance, the change in sample mass as a function of cavitation time was monitored. The cavitation erosion test was performed using the ultrasonic vibratory cavitation test method according to the ASTM G-32 standard. Cavitation velocities were calculated for all samples, as a basic indicator of the resistance of the material under the action of cavitation. The change in the morphology of the surface with the test time was followed by scanning electron microscopy. Based on the values of cavitation velocity and analysis of the surface damage morphology, the cavitation resistance of the tested samples based on pyrophyllite was determined. The obtained results indicate that the samples of sintered pyrophyllite have satisfactory resistance to the action of cavitation and be applied in conditions of lower cavitation loads.

Keywords: pyrophyllite, cavitation resistance, mass loss, damage morphology, image analysis

Scientific paper

Paper received: 02. 03. 2021.

Paper corrected: 23. 04. 2021.

Paper accepted: 28. 04. 2021

Paper is available on the website: www.idk.org.rs/journal