

Mogućnost otklanjanja olova i kadmijuma iz vode prirodnim zeolitom

Ispitivana je sposobnost zeolita u uklanjanju olova i kadmijuma iz zagađene vode, tako što je određivana promena u koncentracija olova i kadmijuma u sastavu vode posle tretmana zeolitom. Koncentracije olova i kadmijuma određivane su atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom. Na osnovu rezultata zaključeno je da zeolit ima veći afinitet prema olovu nego prema kadmijumu kao i da smanjenje koncentracije teških metala (Pb i Cd) u uzorcima zavisi od granulacije zeolita.

Uvod

Otvorena-porozna mikrostruktura zeolita uslovljava njihovu sposobnost adsorpcije, mogućnost izmene jona, i dr. (Minachev i Kallo 1988). U ovom istraživanju ispitivana je upotrebna vrednost zeolita u otklanjanju olova i kadmijuma iz vode. Uzorci zeolita uzeti su iz rudnika zeolitisanog tufa Igroš-Vidojević kod Brusa.

Zeolitski tuf je inerstratifikovan u miocenskoj seriji laporovitih glina, podina, i pliocenskih smeđih glina, povlata. Tufovi su sekundarno menjani, devitifikovani i jako silifikovani. Stvaranje tufova vezuje se za sublimičke erupcije, erupcije tokom kojih dolazi do faznog prelaza iz tečnosti u gas, duž razlomnih zona, višefazno obnavljane tokom neogena. Najzastupljeniji zeolit u uzorku je klinoptilolit 90%, psefitsko-psamitske strukture (Majstorović *et al.* 2010).

Eksploataciono polje Igroš-Vidojević sastoji se iz dva rudna tela. Rudno telo I je površine od oko 4000 m², a prosečna debljina zeolitskog tufa

iznosi 1.77 m, sa generalnim pružanjem istok-zapad. Rudno telo II se nalazi na površini od oko 17000 m². Zeolitski tuf je prosečne debljine 1.82 m i pruža se pravcem sever-jug, na dužini od 260 metara.

Majstorović i saradnici (2010) su prikazali rezultate laboratorijskih geomehaničkih ispitivanja zeolitisanog tufa i pratećih stena na lokalitetu Igroš-Vidojević. Utvrđeno je da su peščari, tuf sa zeolitom i zeolitski tuf, kao i podinske gline, peskovito-laporovite i laporovite gline povoljnih fizičko-mehaničkih karakteristika (tvrdina, poroznost) za potrebe eksploatacije. Farkaš i saradnici (2013) sumirali su karakteristike zeolita iz Srbije, Hrvatske, Grče i Italije, opisali su načine modifikacije zeolita i načine primene u prečišćavanju voda.

Geološki zavod je obavio analizu kvaliteta zeolita iz ležišta Igroš-Vidojević 2009. godine (tabele P1 i P2 u prilogu). Takođe, laboratorija Geozavoda u Beogradu izvršila je ispitivanje ukupne radioaktivnosti zeolita. U uzorcima nije konstantovano prisustvo radioaktivnih izotopa antropogenog porekla. Zaključili su da zeolit ne sadrži koncentraciju supstanci koje bi bile štetne za okolinu.

Najzastupljeniji zeolit u našem uzorku je klinoptilolit 90%, psefitsko-psamitske strukture, sa veličinom zrna od 0.05 mm do preko 2 mm.

Rezultati

Ispitivani rastvori dobijeni su rastvaranjem olovo nitrata i kadmijum hlorida monohidrata u destilovanoj vodi. Pripremljeni su rastvori sledećih koncentracija: 3, 4.5, 6, 7.5, 9, 10.5, 12 i 18

Irena Gorjanc (1995), Rakovica (Beograd), Kakanjska 2/4, učenica 4. razreda Geološke i hidrometeorološke škole „Milutin Milanković” u Beogradu

Aleksandar Dronjak (1996), Novi Beograd, Nehruova 118/1, učenik 3. razreda Geološke i hidrometeorološke škole „Milutin Milanković” u Beogradu

MENTOR: Nikola Kljajić, student Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu

mg/dm³. Rastvori svih koncentracija su podeljeni na tri dela. U svaki deo dodato je zeolit različite granulacije: 0 mm (prah), 0-1 mm, i 2-4 mm, po 0.075 g. Posle dodavanja zeolita, rastvori su tretirani vorteksom 3 minuta i filtrirani. Koncentracije olova i kadmijuma u dobijenom filtratu određene su metodom atomske apsorbcione spektrofotometrije (AAS).

Izračunate adsorbovane količine olova i kadmijuma (M) iz uzoraka, koncentracija nakon tretiranja zeolitom (C) i početne koncentracije (C₀) prikazane su u tabelama 1 i 2. Nakon tretmana zeolitom primećuje se koncentracija ispitivanih metala uglavnom smanjuje.

Tabela 1. Rezultati analize vode tretirane olovom

Granulacija	Koncentracija (mg/dm ³)		M (mg)
	C ₀	C	
0 mm	3.0	0.163	0.042
	4.5	0.147	0.068
	6.0	0.471	0.083
	9.0	0.750	0.124
	10.5	0.847	0.145
	12.0	1.275	0.161
0-1 mm	3.0	0.433	0.039
	4.5	0.782	0.058
	6.0	0.921	0.076
	7.5	1.517	0.090
	9.0	1.612	0.111
	12.0	2.953	0.136
2-4 mm	3.0	1.335	0.025
	4.5	3.171	0.020
	6.0	4.476	0.023
	7.5	5.690	0.028
	9.0	8.235	0.011
	10.5	9.422	0.016
	12.0	11.168	0.012
	18.0	17.138	0.013

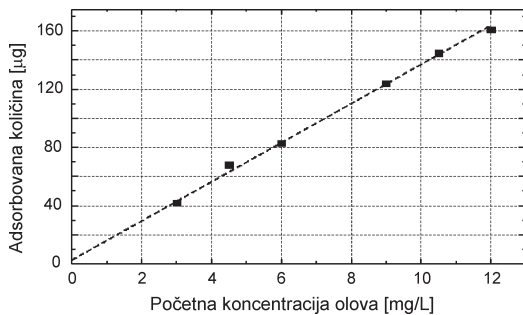
C₀ – početna koncentracija jona, C – koncentracija jona posle tretmana zeolitom, M – adsorbovana masa olova

Tabela 2. Rezultati analize vode tretirane kadmijumom

Granulacija	Koncentracija (mg/dm ³)		M (mg)
	C ₀	C	
0 mm	3.0	0.036	0.041
	4.5	0.071	0.043
	6.0	0.072	0.048
	7.5	0.104	0.051
	18.0	0.088	0.064
0-1 mm	4.5	0.132	0.021
	7.5	0.141	0.029
	9.0	0.173	0.033
	18.0	0.124	0.049
1-2 mm	3.0	2.520	0.007
	4.5	3.553	0.014
	6.0	6.066	-0.001
	7.5	6.789	0.011
	9.0	11.020	-0.030
	10.5	9.914	0.009
	12.0	14.542	-0.038
18.0	22.918	-0.074	

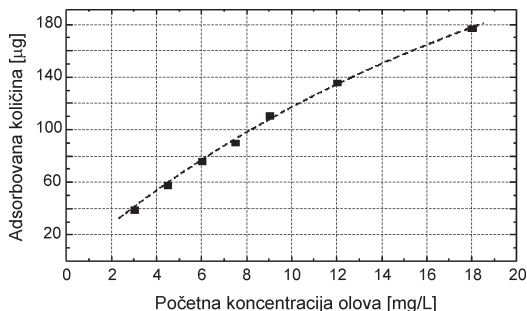
C₀ – početna koncentracija jona, C – koncentracija jona posle tretmana zeolitom, M – adsorbovana masa kadmijuma

Za svaki set granulacija napravljene su adsorpcione izoterme, koje pokazuju kapacitet zeolita da usvaja olovo (slike 1 i 2) i kadmijum (slike 3 i 4) iz zagađene vode. Rezultati pokazuju da zeolit ima veći afinitet prema olovu nego prema kadmijumu. Pokazalo se takođe da u oba slučaja veću efikasnost ima zeolit sitnije granulacije. Stoga se pretpostavlja da je u pitanju proces adsorpcije na površini zeolita, pa se sa razvijenijom površinom povećava efikasnost prečišćavanja zagađene vode. Ispostavilo se da izoterme za granulaciju 2-4 mm ne pokazuju nikakav trend rasta (rezultati nisu grafički prikazani), već vrednosti bitno variraju na intervalu koji je ispitivan, što bi mogla biti posledica nehomogene raspodela između površinsko-zapreminskog prečnika pojedinačnih zrna. Međutim, kako se dobijaju i negativne vrednosti adsorbovane količine metala (tabela 2), vrlo je moguće da su u pitanju greške u tretiranju samih uzoraka.



Slika 1. Adsorpciona izoterma za olovo granulacije 0 mm

Figure 1. Adsorption isotherm for lead, 0 mm granulation



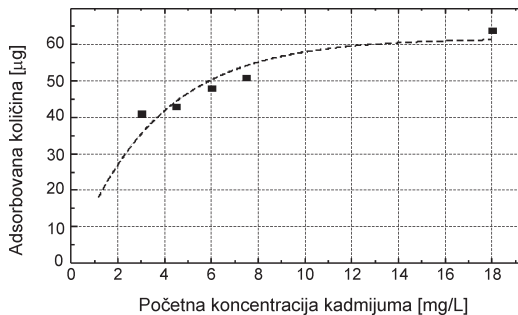
Slika 2. Adsorpciona izoterma za olovo granulacije 0-1 mm

Figure 2. Adsorption isotherm for lead, 0-1 mm granulation

Na slikama 1 i 3 može se uočiti da za zeolit najsitnije granulacije sa povećanjem početne koncentracije olova i kadmijuma brže raste i adsorbovana količina ovih metala, no što je to slučaj sa zeolitom krupnije granulacije (slike 2 i 4), zbog zasićenja aktivne površine zeolita.

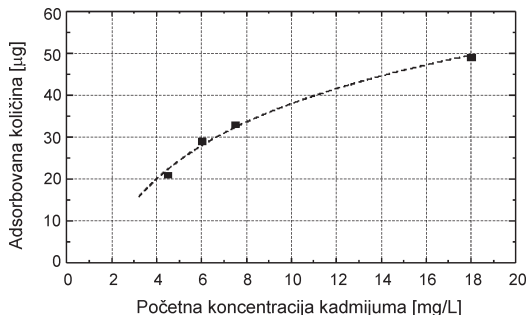
Zaključak

Eksperimentom je utvrđeno smanjenje koncentracije olova i kadmijuma nakon dodavanja zeolita. Mogućnost sitnijeg zeolita da ukloni više olova i kadmijuma od zeolita krupnijeg zrna pokazuje da se radi o procesu vezivanja jona za



Slika 3. Adsorpciona izoterma za kadmijum granulacije 0 mm

Figure 3. Adsorption isotherm for cadmium, 0 mm granulation



Slika 4. Adsorpciona izoterma za kadmijum granulacije 0-1 mm

Figure 4. Adsorption isotherm for cadmium, 0-1 mm granulation

površinu zeolita – adsorpcija. Ukoliko bi se voda prečišćavala zeolitom, od olova i kadmijuma, najbolje dejstvo bi imao zeolit najmanje granulacije. Zbog male količine dodatog zeolita, analiza taloga metodom XRF (X-ray fluorescence) nije bila moguća. Da bi se bolje uočilo kuda ispitivani hemijski elementi odlaze iz rastvora, treba povećati količine korišćenih materiala i izvršiti analizu taloga zeolita.

Buduća istraživanja bi mogla razmatrati međusobni uticaj teških metala u rastvoru na adsorpciju od strane zeolita. Predlog je i da se radi sa koncentrovanijim rastvorima radi određivanja kapaciteta prirodnog zeolita.

Zahvalnost. Veliku zahvalnost dugujemo Milenku Trijiću na podršci i pomoći tokom realizacije eksperimentalnog dela istraživanja.

Literatura

- Dimitrijavić M., Karamata S., Sikošek M., Veselinović D. 1976. *Osnovna geološka karta SFRJ – tumač za list Kruševac K34-19*. Beograd: Savezni geološki zavod
- Farkaš A., Margeta K., Šiljeg M., Zabukovec Logar N. 2013. Natural Zeolites in Water Treatment – How Effective is Their Use. U *Water Treatment* (ur. W. Elshorbagy i R. K. Chowdhury). InTech, str. 81-112.
- Geološki institut Srbije 2009. *Prirodni granulirani zeolit*. Beograd: Geološki institut Srbije
- Majstorović J., Mojić S., Volkov Husović T. 2010. Rezultati geomehaničkih ispitivanja zeolitisanog tufa i pratećih stena ležišta Igroš kod Brusa. U *IX međunarodna konferencija o površinskoj eksploataciji, OMC 2010* (ur. V. Pavlović). Jugoslovenski komitet za površinsku eksploataciju, str. 123-129.
- Minachev Kh. M, Kallo D. 1988. *Catalysis on Zeolites*. Budapest: Akademiai Kiado

Irena Gorjanc and Aleksandar Dronjak

The Possibility of Removing Lead and Cadmium from Water with Natural Zeolite

The aim of the study was to determine the use value of zeolite in the removal of lead and cadmium from contaminated waters. The task of the research was to determine the changes in the chemical composition of the water after treatment with zeolite. The test solutions were prepared by dissolving lead-nitrate and cadmium-chloride monohydrate in distilled water. Concentration of solutions were 3, 4.5, 6, 7.5, 9, 10.5, 12 and 18 mg/dm³. The solutions of all concentrations were divided into three parts. In each part we added zeolite of various grain: 0 mm (powder), 0-1 mm, 2-4 mm and 0.075 g. After the addition of zeolite, treated solutions were vortex mixed 3 minutes and filtered. Concentrations of lead and cadmium were determined by the atomic absorption spectrophotometer. Results showed the decrease of lead and cadmium concentrations in the water samples. Based on the results, it was concluded that zeolite has a greater affinity to lead than to cadmium, and that the reduction in concentrations of heavy metals (Pb and Cd) of the samples depends on the granulation of zeolite.

Prilog

Tabela P1. Kompletna hemijska analiza zeolita, sadržaj (%) (Geološki institut Srbije 2009)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Gubitak zagrevanjem na 120°C	Gubitak žarenjem na 1000°C
60.70	0.29	14.48	0.07	0.25	1.25	4.27	2.58	0.94	0.66	0.005	2.77	14.03

Tabela P2. Sadržaj teških metala i drugih mikroelemenata (u ppm) određen atomskom adsorpcionom spektrofotometrijom (Geološki institut Srbije 2009)

Cr	Co	Pb	Zn	Mn	Sb	Sn	Cd	Cu	Ti	As
72	21	35	47	180	108	20	0.2	23	880	0.94

