

**Ivana JELIĆ, Marija ŠLJIVIĆ-IVANOVIĆ, Slavko DIMOVIĆ, Mihajlo JOVIĆ, Ivana SMIČIKLAS**

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča, Institut od nacionalnog značaja, Beograd, Srbija

**APSTRAKT**

Ispitivanje uticaja početne koncentracije Sr(II) jona u vodenom rastvoru na sorbovanu količinu omogućava definisanje sorpcionih izotermi. U ovom radu prikazani su rezultati matematičkog modelovanja izotermi *Langmuir*-ovim i *Freundlich*-ovim modelom, kao i linearnim modelom. ANOVA testom utvrđeni su koeficijenti određenosti ( $R^2$ ) za *Langmuir*-ov i *Freundlich*-ov model. Izračunate vrednosti bile su manje od 0,9 što znači da se dati modeli ne slažu dobro sa eksperimentalnim podacima. Međutim, sorpcija Sr(II) jona na uzorcima otpadne opeke pokazala je skoro linearnu zavisnost, odnosno vrednosti koeficijenta određenosti većih od 0,9 na datom modelu.

**UVOD**

- Opeka je najmasovniji proizvod keramičke industrije; dobija se oblikovanjem, sušenjem i pečenjem plastične smese glinenog materijala i vode; ovi materijali zajedno čine oko 54% ukupne količine građevinskog otpada.
- Ispitivanje upotrebe otpadnih građevinskih glinenih proizvoda, prvenstveno opeke, kao sorbenata za prečišćavanje kontaminiranih voda i imobilizaciju radionuklida iz tečnog radioaktivnog otpada (RAO) poslednjih decenija sve je izraženije.
- Istraživanja su pokazala da ovakvi procesi mogu da budu i ekološki i ekonomski prihvatljivi.
- Radioaktivni izotop stroncijuma predstavlja jednu od značajnih komponenti tečnog RAO, te je u sistemima šaržne sorpcije proučavana imobilizacija ovih jona iz vodenih rastvora.
- U ovom radu prikazani su rezultati modelovanja sorpcionih izotermi jona Sr(II) otpadnim opekama *Langmuir*-ovim i *Freundlich*-ovim matematičkim modelom.

**EKSPERIMENTALNI DEO**

- Sakupljeni su uzorci dve pune opeke (B1 i B2), poreklom iz ruševina zgrada koje su izgrađene oko 1930. (B1) i oko 1970. godine (B2), i jedan uzorak šuplje opeke (B3), koji datira s početka ovog veka (Slika 1).
- Određivanjem pH vrednosti i ispitivanjem aktivnosti gama-emitera, utvrđeno je da korišćenje ispitivanih materijala ne predstavlja opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi.
- U cilju definisanja sorpcionog kapaciteta ispitanih materijala prema jonima stroncijuma, konstruisane su sorpcione izoterme na osnovu rezultata eksperimenata u kojima je varirana početna koncentracija vodenog rastvora jona od  $5 \cdot 10^{-4}$  do  $3 \cdot 10^{-3}$  mol/L tokom 24 h na sobnoj temperaturi. Grafik zavisnosti sorbovanih ravnotežnih količina ( $Q_e$ ) od rezidualne koncentracije jona metala u rastvoru ( $C_e$ ) predstavlja sorpcionu izotermu.
- Dobijene krive su fitovane najčešće korišćenim modelima, *Langmuir*-ovim i *Freundlich*-ovim modelom.


 Tabela 1. Konstante za *Langmuir*-ov i *Freundlich*-ov model izotermi za Sr(II) jon

<i>Langmuir</i> -ov model			
			$R^2$
B1	0,0249	0,2392	0,2530
B2	NP*	NP*	0,0112
B3	0,0699	0,0487	0,2388
<i>Freundlich</i> -ov model			
			$R^2$
B1	0,3570	0,0060	0,6366
B2	0,4286	0,0061	0,3624
B3	0,4779	0,0044	0,5079

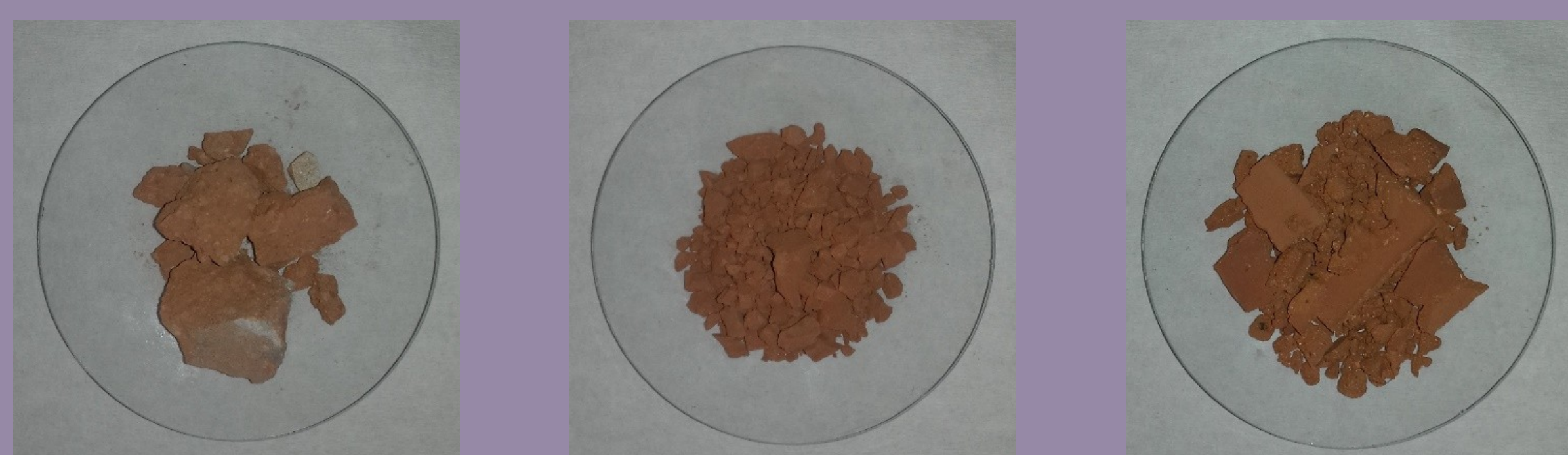
\*NP – nije primenljivo

Tabela 2. Proces sorpcije Sr(II) jona na uzorcima opeke opisan linearnim izotermama

Uzorak	(L/g)	$R^2$
B1	0,00287	0,9265
B2	0,00633	0,9230
B3	0,00276	0,9353

**ZAKLJUČAK**

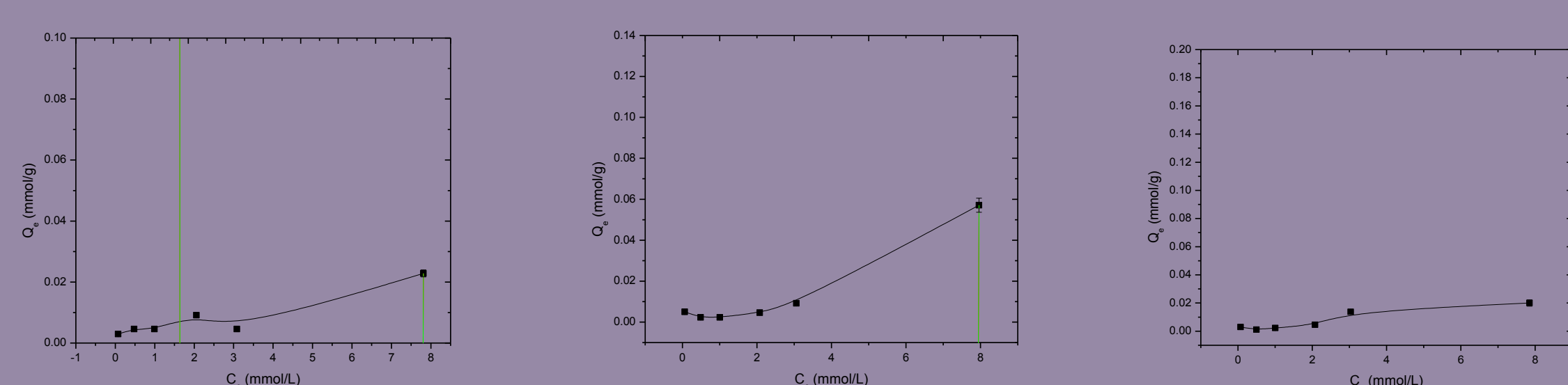
- Ispitivanje sorpcije Sr(II) na uzorcima otpadne opeke, pokazalo je da ispitani čvrsti matriksi ne pokazuju zadovoljavajući sorpcioni kapacitet u oblasti koncentracija vodenih rastvora jona od  $5 \cdot 10^{-4}$  do  $3 \cdot 10^{-3}$  mol/L.
- Međutim, kako sorpcija Sr(II) jona na uzorcima otpadne opeke pokazuje skoro linearnu zavisnost, sledi da će se sorpcioni kapacitet ovih otpadnih materijala povećavati sa porastom koncentracije primenjenog jona.



Slika 1. Nehomogenizovani uzorci opeke B1, B2 i B3

**REZULTATI I DISKUSIJA**

- XRD analiza pokazala je varijacije u sastavu uzoraka opeke: uzorak B1 sastojao se uglavnom od anortita, pripadnika feldspar grupe, kalcijum salicida volastonita, mulita i elementarnog gvožđa; uzorak B2 sadržao je kvarc, sanidin i anortit, dok je uzorak B3 kao jedinu kristalnu fazu sadržao kvarc.
- Kapaciteti sorpcije određeni su u šaržnim uslovima, u jednokomponentnom rastvoru.
- Afinitet otpanih opeka prema Sr(II) jonima u rastvoru definisan je na osnovu sorpcionih izotermi (Slika 2).
- Proces sorpcije Sr(II) jona na B1, B2 i B3 uzorcima za početne koncentracije do  $5 \cdot 10^{-3}$  mol/L je zanemarljiva.
- Sa Slike 1. može da se zapazi da dalje povećanje inicijalnih koncentracija izaziva povećanje sorbovane količine; međutim, i ova količina ostaje niska od oko 0,05 mmol/g, 0,02 mmol/g i 0,01 mmol/g za B2, B1 i B3 uzorke, respektivno.
- Naime, katjoni stroncijuma i kalcijuma imaju sličnu reaktivnost i hemijsko ponašanje, što uzrokuje da je selektivnost sorbenta prema Sr(II) jonima niska u prisustvu Ca(II) jona.
- Na osnovu dobijenih rezultata određuju se konstante u jednačinama sorpcionih izotermi za *Langmuir*-ov i *Freundlich*-ov model (Tabela 1).
- Koeficijenti određenosti imaju vrednosti  $R^2 < 0,9$ , te nijedan navedeni model ne može dovoljno precizno da opiše proces sorpcije na datim uzorcima.
- Sorpcija Sr(II) jona na uzorcima otpadne opeke može najbolje da se opiše linearnim modelom izotermi (Tabela 2).



Slika 2. Izoterme sorpcije Sr(II) jona na uzorku pune opeke B1, B2 i šuplje opeke B3