

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

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

APSTRAKT

Opekarski i keramički materijali čine oko 54% ukupne količine građevinskog otpada. Tokom poslednje decenije, interesovanje za upotrebu ovakvih otpadnih materijala i njihovih nusproizvoda kao sorbenata za prečišćavanje kontaminiranih voda i vodenih rastvora znatno je povećano. Istraživanja su pokazala da bi upotreba otpadnih opeka u procesu sorpcije mogla da bude vrlo efikasna i ekonomski isplativa alternativa za imobilizaciju (solidifikaciju) tečnog radioaktivnog otpada. U ovom radu prikazani su rezultati matematičkog modelovanja izotermi *Langmuir*-ovim i *Freundlich*-ovim modelom. *Langmuir*-ov model znatno bolje opisuje eksperimentalne podatke dobijene za sorpciju Co(II) i Ni(II) jona na uzorcima pune opeke, dok je sorpcija oba jona na uzorku šuplje opeke bolje opisana *Freundlich*-ovim izotermama.

UVOD

- Opeka je najmasovniji proizvod keramičke industrije. Opekarska, sa ostalim građevinskim keramičkim materijalima, čini oko 54% ukupne količine građevinskog otpada.
- Jedno od potencijalno prosperitetnih polja u korišćenju opekarskog otpada je mogućnost korišćenja njegovih sorpcionih svojstava.
- S obzirom da radioaktivni izotopi kobalta i nikla predstavljaju značajne komponente tečnog RAO, u sistemima šaržne sorpcije proučavana je imobilizacija njihovih jona iz vodenih rastvora na navedenim otpadnim sorbentima.
- U ovom radu prikazani su rezultati modelovanja sorpcionih izotermi jona Co(II) i Ni(II) na otpadnim opekarskim proizvodima *Langmuir*-ovim i *Freundlich*-ovim matematičkim modelom.


EKSPERIMENTALNI DEO

- U eksperimentima su korišćena dva uzorka pune opeke, B1 i B2, poreklom iz ruševina zgrada koje su izgrađene oko 1930. (B1) i oko 1970. godine (B2), dok je uzorak šuplje opeke, B3, poznak kao blok, novijeg doba (Slika 1).
- U cilju definisanja sorpcionog kapaciteta ispitanih materijala prema jonima kobalta i nikla, konstruisane su sorpcione izoterme na osnovu rezultata eksperimenata u kojima je varirana početna koncentracija vodenog rastvora oba 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.



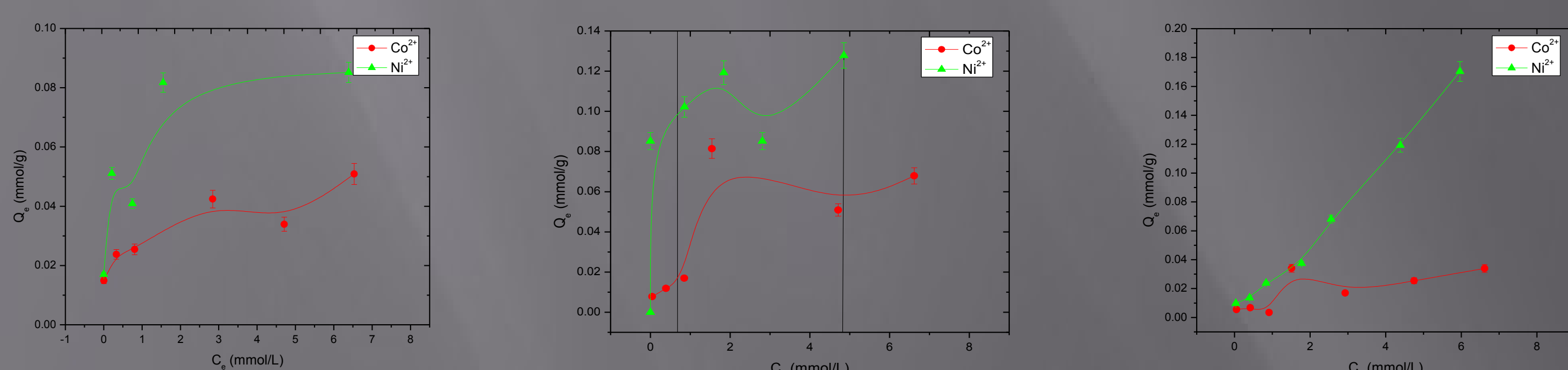
Slika 1. Pripremljeni uzorci opeke B1, B2 i B3

REZULTATI I DISKUSIJA

- Odnos između količine jona sorbovanih na čvrstoj fazi i rezidualne koncentracije u tečnoj fazi pri ravnotežnim uslovima prikazani su na Slici 2.
- Kako se iz sorpcionih izotermi vidi, uzorci B1, B2 i B3 pokazuju nižu tendenciju vezivanja sa Co(II) jonima, sa maksimalnim sorpcionim kapacitetima od 0,03 mmol/g za uzorak B3, 0,05 mmol/g za uzorak B1 i oko 0,06 mmol/g za uzorak B2.
- Najniža maksimalna sorbovana količina Ni(II) jona primećena je kod oba uzorka pune opeke (B1 i B2) sa sorpcionim kapacitetima ispod 0,13 mmol/g.
- Za razliku od Co(II), sorpcija Ni(II) jona na uzorku B3 pokazala se efikasnijom u odnosu na ostale uzorke opeke i dostigla je maksimalni kapacitet od oko 0,17 mmol/g.
- Na slici se vidi da ne postoji „plato“ na izotermi sorpcije Ni(II) jona na uzorku B3, odnosno da sorpcija Ni(II) jona na datom uzorku ima rastući trend, te može da se pretpostavi da bi se sa povećanjem koncentracije ovog jona proces sorpcije nastavio uz povećanje maksimalnog sorpcionog kapaciteta.
- Na osnovu dobijenih rezultata određuju se konstante u jednačinama sorpcionih izotermi za *Langmuir*-ov i *Freundlich*-ov model (Tabela 1).
- Primenom ANOVA testa mogu da se izračunaju koeficijenti određenosti (R^2), a određeni model dobro se slaže sa eksperimentalnim podacima kada je $R^2 > 0,9$.
- U Tabeli 1. **bold**-ovanim je označen model koji najbolje opisuje proces sorpcije korišćenih jona na datim uzorcima.

 Tabela 1. Konstante za *Langmuir*-ov i *Freundlich*-ov model izotermi

Co ²⁺ jon			
<i>Langmuir</i> -ov model			
			R^2
B1	0,0469	2,3150	0,9205
B2	0,0772	0,6825	0,8238
B3	0,0504	0,2320	0,25698
<i>Freundlich</i> -ov model			
			R^2
B1	0,1621	0,0310	0,8742
B2	0,4687	0,0285	0,7639
B3	0,4124	0,0122	0,5215
Ni ²⁺ jon			
<i>Langmuir</i> -ov model			
			R^2
B1	0,0886	3,5342	0,9917
B2	0,0921	11,157	0,9678
B3	0,3662	0,1056	0,4400
<i>Freundlich</i> -ov model			
			R^2
B1	0,1868	0,0605	0,5443
B2	-0,0384	0,1065	0,0280
B3	0,5613	0,0390	0,8385



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

ZAKLJUČAK

- Ispitivanjem sorpcije Co(II) i Ni(II) jona na uzorcima opekarskog materijala, pokazano je da ispitani čvrsti matriksi poseduju zadovoljavajući sorpcioni kapacitet.
- Krive dobijene kao zavisnost sorbovane količine u čvrstoj fazi od rezidualne koncentracije jona u tečnoj fazi nakon dostizanja ravnoteže su fitovane različitim modelima izotermi.
- Imajući u vidu izračunate vrednosti R^2 koje su veće od 0,9 može da se smatra da postoji posebno dobro slaganje sa *Langmuir*-ovim modelom pri sorpciji Co(II) jona na uzorku starije pune opeke B1, kao i kod procesa sorpcije Ni(II) jona na uzorcima B1 i B2.
- *Freundlich*-ovim modelom može dobro da se opiše sorpcija oba jona na uzorku B3.