

Primena elektrofilterskog pepela modifikovanog sa cementom za uklanjanje arsena iz vodenih rastvora

Milica Karanac, Maja Đolić, Zlate Veličković, Vladana Rajaković-Ognjanović, Dragan Povrenović,
Vladimir Pavićević, Aleksandar Marinković
TR34009



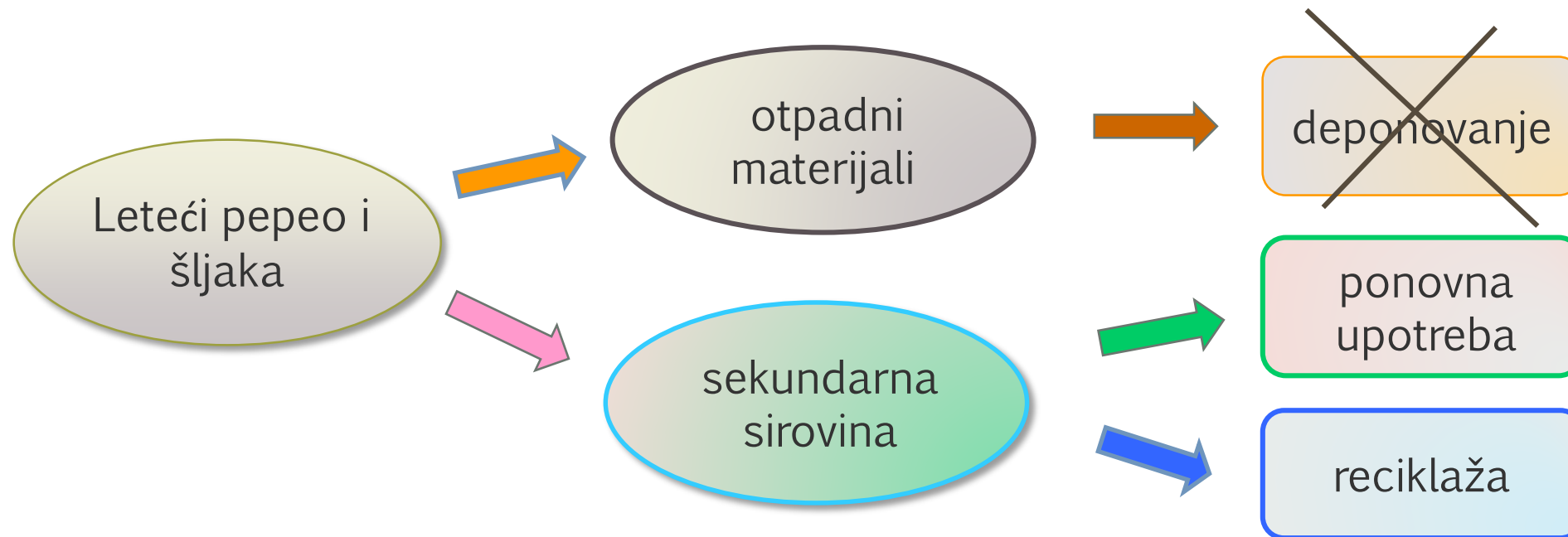
Cilj istraživanja:

- ✓ Primena pepela (FA) kao adsorbenta za uklanjanje arsena iz otpadnih voda;
- ✓ Modifikacija pepela sa cementom;
- ✓ Ponovna upotreba istrošenog adsorbenta, „novog“ materijala u građevinskoj industriji bez opasnosti od izluživanja teških metala u životnu sredinu;
- ✓ Dobijanje ekonomski isplativog i ekološki prihvatljivog adsorbenta;



Zaštita životne sredine,
ušteta prirodnih resursa, rešavanje problematike deponovanja, tretman
otpadnih voda, smanjenje emisije CO₂, kao i troškova za takse i održavanje
deponija.

- Otpadni materijali nakon sagorevanja uglja (eng. *coal combustion products*) su: leteći (elektrofilterski) pepeo (eng. *fly ash*), kotlovski pepeo (eng. *boiler ash*), šljaka (eng. *bottom ash*) i otpad nakon odsumporavanja dimnih gasova;



Odlaganje pepela zahteva veliku površinu i visoke troškove taksi za deponovanje i održavanje, kao i transporta pepela i šljake. Zagađivanje vazduha, površinskih i podzemnih voda. Štetan uticaj na zdravlje ljudi.

Fizičko-hemijska svojstva

- Zavisе od vrste uglja, uslova procesa i tipa sagorevanja, sadržaja nesagorivog ugljenika, itd.;
- Svojstva pepela su: specifična gustina, poroznost, raspodela i veličina čestica, kao i aktivna površina;
- Osnovne komponente: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 i CaO ;
- Pepeo može da sadrži teške metale i metaloide, minerale, policiklične aromatične ugljenike, kao i radioaktivne elemente;
- Pucolanska aktivnost (silikati-alumosilikati) - uz dodatak aktivirajućeg agensa - kreča/cementa.

Tabela 1. Klase pepela prema američkom standardu ASTM C618

Klasa	F	C
Vrsta uglja	antracit ili bitumenizirani ugalj	lignit ili delimično bitumenizirani ugalj
Sadržaj CaO , %	< 10	>20
SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , min %	70	50

Uklanjanje arsena iz otpadnih voda

- Otpadne vode je neophodno prečistiti pre upuštanja u recipijent;
- Sorpcija se izdvaja kao poželjna tehnika zbog visoke efikasnosti i niske cene; uz primenu različitih prirodnih, sintetičkih i otpadnih materijala;
- Istraživanja usmerena su ka jeftinim, tzv. “low cost” adsorbentima;
- Arsen prirodnim i antropogenim putem dospeva u sve medijume životne sredine (izluživanjem geoloških struktura, biološkom i vulkanskom aktivnošću; rudarstvo, primena pesticida, sagorevanjem goriva, depozicijom iz atmosfere);
- Prisustvo arsena u životnoj sredini može imati toksične i kancerogene efekte na zdravlje ljudi;
- Kao selektivni adsorbenti za uklanjanje arsena iz vodenih rastvora najčešće se koriste biološki materijali, oksidi minerala, aktivni ugalj ili polimerne smole.

Eksperimentalni deo

7 ml standardnog
rastvora soli
($\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
 $C_0 = 10,0 \text{ mg/L}$

+ Smeša pepela sa cementom (5 %)
 $m = 0,5, 1, 2, 4, 6, 8 \text{ i } 10 \text{ mg}$ = MFAC
suspenzija

1. Mešanje
180 minuta 25, 35 i 45 °C

2. Filtracija
0,45 µm

Talog

3. Karakterizacija

4. Koncentracija As(V)
ICP-MS

XRD, FTIR i γ



$$q_a = \frac{C_0 - C_1}{m} \times V$$

q_a - adsorpcioni kapacitet adsorbenta predstavlja masu teškog metala po jedinici mase adsorbenta (mg/g);

C_0 i C_1 - koncentracije teškog metala na početku i na kraju eksperimenta (mg/L);

V - zapremina rastvora (L) i

m - masa adsorbenta (g)

Interakcija između rastvora i adsorbenta u stanju ravnoteže pri uslovima na kojima se ostvaruje najveći adsorpcioni kapacitet vršeno je korišćenjem izotermnih modela: **Lengmira, Frojndliha i Temkina.**

Gibsova slobodna energija (ΔG^0), entalpija (ΔH^0) i entropija (ΔS^0) izračunate su pomoću Vant Hofovih termodinamičkih jednačina:

$$\Delta G^0 = -RT \ln(b) \qquad \ln(b) = \frac{\Delta S^0}{R} - \frac{\Delta H^0}{(RT)}$$

gde je T apsolutna temperatura u K, R je univerzalna gasna konstanta ($8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$) i b je bezdimenziona Lengmirova konstanta.

Rezultati i diskusija

Tabela 2. Parametri adsorpcionih izoterma uklanjanja As(V) na MFAC

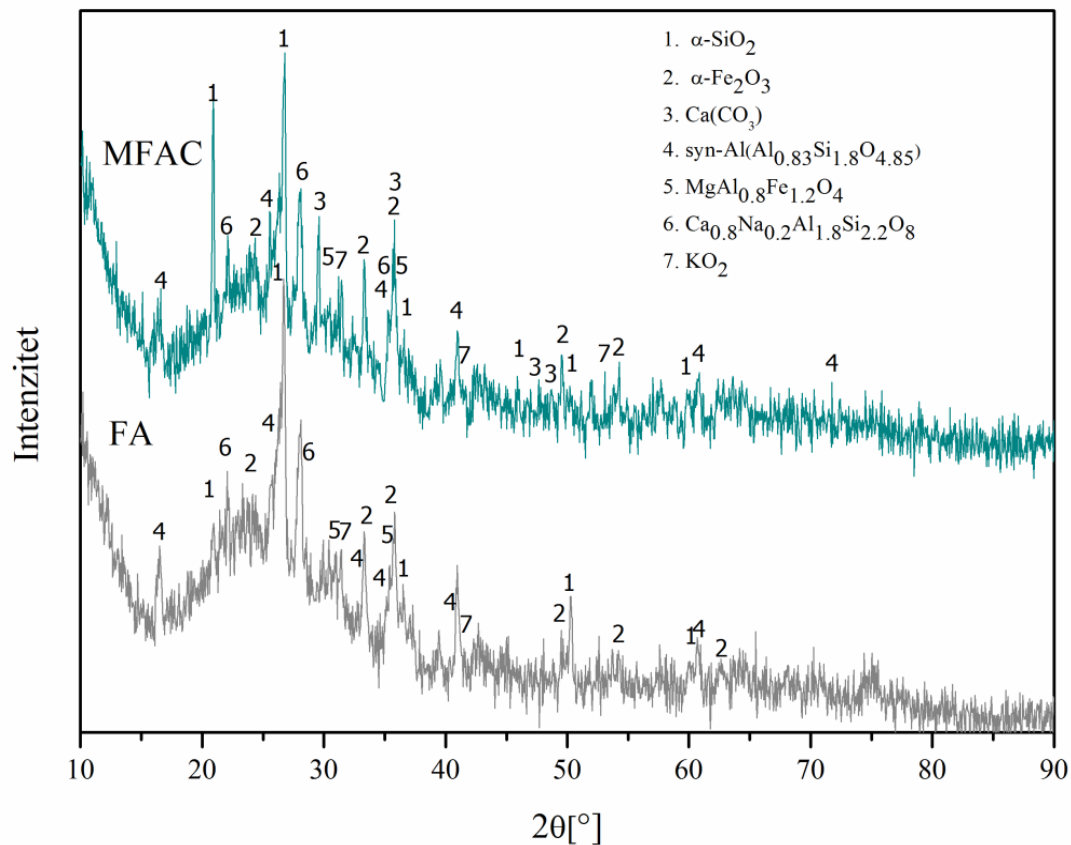
Model izoterme	Parametri modela	25 C°	35 C°	45 C°
Lengmir	q_m (mg g ⁻¹)	23.39	24.20	25.46
	b (dm ³ mol ⁻¹)	0.0861	0.0927	0.099
	R^2	0.969	0.960	0.953
Frojdlih	K_F (mg g ⁻¹) (dm ³ mg ⁻¹) ^{1/n}	0.166	0.143	0.137
	1/n	2.792	3.000	3.165
	R^2	0.982	0.981	0.988
Temkin	A_T (dm ³ g ⁻¹)	126.3	160.6	196.8
	b (J mol ⁻¹)	19.62	15.95	13.44
	R^2	0.907	0.892	0.902

Tabela 3. Termodinamički parametri za adsorpciju As(V)

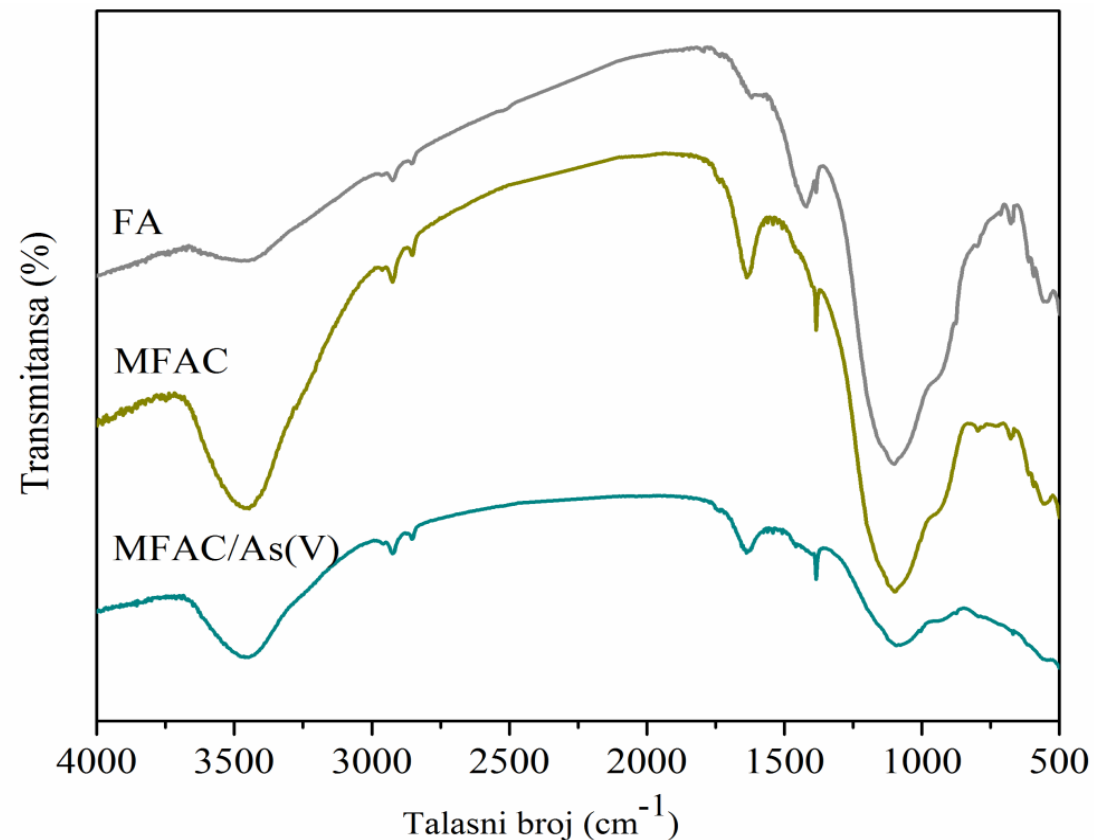
Temperatura, K	Termodinamički parametri			
	ΔG^0 (kJ mol ⁻¹)	ΔH^0 (kJ mol ⁻¹)	ΔS^0 (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	R^2
298	-31.70	5.51	124.80	0.999
308	-32.95			
318	-34.20			

Tabela 4. Analiza radioaktivnosti FA

FA	^{40}K -kalijum	^{232}Th -torijum	^{226}Ra -radijum
	190±8 Bq/kg	23±1 Bq/kg	31±2 Bq/kg



Slika 1. XRD analiza FA i MFAC



Slika 2. FTIR spektar FA i MFAC pre i MFAC/As(V) nakon procesa adsorpcije

Zaključak

- Maksimalni adsorpcioni kapacitet uklanjanja As(V) primenom MFAC na osnovu Langmuir-ovog modela iznosio je 25,46 mg/g na 45 °C.
- Termodinamički parametri ukazuju da je adsorpcija As(V) jona na MFAC spontan i endoterman proces.
- FA se može koristiti kao sekundarna sirovina, čime se postiže valorizacija industrijskog otpada, kao i potencijalna upotreba u konstrukcionim materijalima.



Prednosti iskorišćenja pepela - Zaštita životne sredine, ušteda prirodnih resursa, rešavanje problematike deponovanja, tretman otpadnih voda, smanjenje emisije CO₂, kao i troškova za takse i održavanje deponija.

Hvala na pažnji!



E-mail: mkaranac@tmf.bg.ac.rs