



**ŠESTI NAUČNO-STRUČNI
SKUP POLITEHNIKA**

ZBORNİK RADOVA



Beograd, 10. decembar 2021. godine



3D REPUBLIKA
POSTANI DRŽAVLJANIN

HEIDELBERG  **Smurfit Kappa**





ŠESTI NAUČNO-STRUČNI SKUP
POLITEHNIKA

ZBORNİK RADOVA

Izdavač

Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd
Katarine Ambrozić 3, Beograd
www.atssb.rs

Za izdavača

dr Marina Stamenović, profesor strukovnih studija

Urednici sekcija

dr Ivana Matić Bujagić

dr Svetozar Sofijanić

dr Sanja Petronić

dr Željko Ranković

dr Kovička Banjević

dr Vladanka Stupar

mr Jelena Zdravković

dr Nenad Đorđević

Tehnička priprema i dizajn korica

ATSSB — Odsek Beogradska politehnika

Dizajn logoa Skupa

Dušan Berović



ŠESTI NAUČNO-STRUČNI SKUP
POLITEHNIKA

ZBORNIK RADOVA

ŽIVOTNA SREDINA I ODRŽIVI RAZVOJ
BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU
MAŠINSKO INŽENJERSTVO
SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
MENADŽMENT KVALITETOM
BIOTEHNOLOGIJA
DIZAJN
GRAFIČKO INŽENJERSTVO

Beograd, 2021. godine

Skup su podržali:

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije

Konferencija akademija i visokih škola Srbije

Uprava za bezbednost i zdravlje na radu

Privredna komora Srbije

Društvo arhitekata Beograda

Institut za standardizaciju Srbije

Centar za promociju nauke

PROGRAMSKI ODBOR:

prof. dr Vojkan Lučanin, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, predsednik
prof. dr Slaviša Putić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Petrović, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Jovović, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Marinković, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
prof. dr Bojan Babić, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Evica Stojiljković, Univerzitet u Nišu, Fakultet Zaštite na radu, Niš
prof. dr Momir Praščević, Univerzitet u Nišu, Fakultet Zaštite na radu, Niš
prof. dr Elizabeta Bahtovska, Univerzitet St. Kliment Ohridski, Tehnički fakultet, Bitolj, Makedonija
vanr. prof. dr Darko Radosavljević, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
vanr. prof. dr Saša Drmanić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
vanr. prof. dr Zoran Štirbanović, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor
vanr. prof. mr Marko Luković, Univerzitet umetnosti u Beogradu, Fakultet primenjenih umetnosti, Beograd
doc. dr Filip Kokalj, Univerzitet u Mariboru, Mašinski fakultet, Maribor, Slovenija
doc. dr Katarina Trivunac, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Maja Đolić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Vladimir Pavićević, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Nevena Prlainović, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
dr Jelena Ivanović Vojvodić, Društvo arhitekata Beograda-BINA, Beograd
mr Bojana Popović, Muzej primenjene umetnosti, Beograd
dr Marina Stamenović, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Predrag Maksić, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Milan Milutinović, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Dejan Blagojević, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš
dr Vladan Đulaković, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Goran Zajić, Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Darko Ljubić, McMaster University, Hamilton, Kanada

ORGANIZACIONI ODBOR:

dr Aleksandra Božić, predsednik
dr Jelena Drobač, zamenik predsednika
dr Sanja Petronić
dr Dragana Gardašević
dr Dragana Kuprešanin
Novak Milošević
Natalija Jovanović
Radomir Izgarević
Aleksandra Jelić
Aleksandra Janićijević

RECENZENTI

dr Goran Đorđević, dr Daniela Ristić, dr Marta Trninić, dr Svetozar Sofijanić,
dr Barbara Vidaković Ristić, Novak Milošević, Nebojša Ćurčić, dr Milivoje Milovanović,
dr Vladan Đulaković, dr Slavica Čabrilo, dr Ljiljana Jovanović Panić, dr Miloš Purić,
dr Višnja Sikimić, dr Olivera Jovanović, dr Tatjana Marinković, dr Ana Popović,
mr Vesna Alivojvodić, dr Ivana Matić Bujagić, dr Aleksandra Božić, dr Koviljka Banjević,
dr Dejan Milenković, dr Darko Radosavljević, dr Darja Žarković, dr Dominik Brkić,
Aleksandra Jelić, dr Dejan Jovanov, mr Vladan Radivojević, dr Biljana Ranković Plazinić,
dr Željko Ranković, dr Bogdan Marković, dr Boban Đorović, dr Dragana Velimirović,
Aleksandra Janićijević, dr Natalija Simeonović, Sandra DePalo, mr Jelena Zdravković,
dr Aleksandra Nastasić, dr Saša Marković, dr Saša Marković, dr Dragana Gardašević,
dr Nedžad Rudonja, dr Nikola Tanasić, dr Zoran Stević, dr Suzana Polić, dr Sanja Petronić,
dr Đorđe Đurđević, dr Andrijana Đurđević, dr Aleksandra Mitrović, Tomislav Simonović,
dr Bojan Ivljanin

PREDGOVOR

Šesti naučno-stručni skup POLITEHNIKA, tačno deceniju od održavanja prvog Skupa, nastavlja uspešnu tradiciju i težnju ka integraciji visokog obrazovanja i prakse u širokom spektru oblasti koje su zastupljene kroz definisane tematske celine. Naučno-stručni skup POLITEHNIKA organizovan je uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije, Konferencije akademija strukovnih studija Srbije, Uprave za bezbednost i zdravlje na radu, Privredne komore Srbije, Društva arhitekata Beograda, Instituta za standardizaciju Srbije i Centra za promociju nauke.

Ove godine napravljen je značajan iskorak uvođenjem tri nove sekcije. Pored tematskih oblasti koje su bile zastupljene na prethodnim skupovima (Žvotna sredina i održivi razvoj, Bezbednost i zdravlje na radu, Grafičko inženjerstvo, Dizajn i Menadžment kvalitetom), baza znanja i iskustava koja je prezentovana u Zborniku radova i na samom Skupu je proširena sekcijama Mašinsko inženjerstvo, Saobraćajno inženjerstvo i Biotehnologija. Učešćem stručnjaka, mladih kolega i profesionalaca iz pomenutih oblasti, Skup objedinjava oblasti koje se izučavaju na studijskim programima Akademije tehničkih strukovnih studija Beograd. Tematske celine, kao i struktura radova sabranih u ovom Zborniku, raznovrsne su i multidisciplinarne, čime se suštinski doprinosi sveobuhvatnom sagledavanju i rešavanju društvenih i naučnih problema.

Zbornik obuhvata preko 150 pozitivno recenziranih radova, koji predstavljaju značajan kapital u kontekstu cilja Skupa da se ostvari razmena znanja, rezultata istraživanja i iskustva stručnjaka iz privrede, istraživačkih institucija i visokoškolskih ustanova koji dele zajednički interes u oblasti obrazovanja, naučnog, umetničkog i stručnog rada. Zbornikom radova Šestog naučno-stručnog Skupa POLITEHNIKA obuhvaćen je presek aktuelnog stanja u tematskim oblastima Skupa, ali i predlozi i smernice za dalji naučni i stručni razvoj, kao i konkretna rešenja za probleme iz prakse, zasnovana na savremenim tendencijama i relevantnim saznanjima.

Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd se zahvaljuje svim prijateljima Skupa koji su pružili materijalnu podršku i na taj način dali veliki doprinos u njegovoj organizaciji. Takođe, posebnu zahvalnost treba izraziti autorima radova na trudu i želji da prikažu svoje radove široj javnosti, kao i recenzentima, članovima Programskog i Organizacionog odbora na posvećenosti i požrtvovanosti koja je kao rezultat imala uspešnu organizaciju Šestog naučno-stručnog skupa POLITEHNIKA.

Beograd, decembar 2021. godine

UREDNICI

ISPITIVANJE ADSORPCIONIH SVOJSTAVA ILOVAČE ZA UKLANJANJE JONA OLOVA I ARSENA IZ VODENIH RASTVORA

Tijana Stanišić¹, Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerzitet u Beogradu
Maja Đolić², Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
Mirjana Čujić³, Institut za nuklerane nauke "Vinča", Univerzitet u Beogradu
Mirjana Ristić⁴, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu
Aleksandra Perić-Grujić⁵, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Apstrakt: Olovo i arsen predstavljaju značajnu grupu neorganskih polutanata koji su prisutni u životnoj sredini, pre svega u vodenim sistemima, pa je njihovo uklanjanje veliki tehničko-tehnološki izazov. Zbog toga se sve više pažnje posvećuje razvoju pristupačnih, efikasnih i ekološki prihvatljivih adsorbentata. Prirodni materijali na bazi oksida metala (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), poput ilovače, predstavljaju efikasne adsorbente za uklanjanje katjonskih i anjonskih vrsta iz vodenih rastvora. U ovom radu adsorpciona svojstva ilovače ispitivana su u šaržnom sistemu, promenom pH vrednosti početnog rastvora, dok su masa adsorbenta, vreme i temperature procesa bili konstantni. Značajnu ulogu u odvijanju adsorpcionog procesa ima pH vrednost rastvora, stoga se eksperiment zasnivao na određivanju efikasnosti procesa pri vrednosti pH rastvora 4, 5 i 6. Strukturne karakteristike ilovače su određene primenom rendgenske difrakcione analize (engl. X-Ray Diffraction, XRD), infracrvenom spektroskopijom sa Furijeovom transformacijom (engl. Fourier-Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) i skenirajuće elektronske mikroskopije (engl. Scanning electron microscopy, SEM). Koncentracija jona nakon procesa adsorpcije određena je pomoću indukovano spregnute plazme sa masenom spektrometrijom (engl. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS). Maksimalna efikasnost uklanjanja jona olova postignuta je na pH vrednosti 5 (94,2 %), dok je za jone arsena optimalna pH vrednost bila 6 (35,1 %).

Ključne reči: katjonske i anjonske vrste, prirodni materijali, adsorpcija, ICP-MS

THE EXAMINATION OF ADSORPTION PROPERTIES OF LOAM FOR REMOVAL OF LEAD AND ARSENIC IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS

Abstract: Lead and arsenic represent an important group of inorganic pollutants that can be found in the environment, primarily in aquatic systems. Their removal from water systems is a big environmental problem, but also a significant technological challenge. Therefore, an increasing attention is paid to the development of widely available, efficient and environmentally friendly adsorbents. Natural metal oxide-based materials (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), such as loam, are effective adsorbents for removal of cationic and anionic species. The adsorption experiments were performed in a batch system, varying the pH value of the initial solution, while the mass of the

¹ tstanisic@tmf.bg.ac.rs

² mdjolic@tmf.bg.ac.rs

³ cujicm@tmf.bg.ac.rs

⁴ risticm@tmf.bg.ac.rs

⁵ alexp@tmf.bg.ac.rs

adsorbent, time and temperature were constant. The influence of pH value has a leading influence to the adsorption process so the process efficiency was determined at the pH values set at: 4, 5 and 6. The structural characteristics of the loam was performed using X-ray diffraction analysis (XRD), Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM). The concentration of ions after their removal was determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The maximum removal of lead ions was obtained at pH 5 (94.2%), while for arsenic ions, it was at pH 6 (35.1%).

Keywords: cationic and anionic species, natural materials, adsorption, ICP-MS

1. UVOD

Olovo i arsen su veoma rasprostranjeni u životnoj sredini i imaju negativan uticaj kako na životnu sredinu, tako i na zdravlje ljudi. Pri niskim koncentracijama su toksični, nerazgradivi, dok akumulacija u organizmu dovodi do teških oboljenja kao što su oštećenje srca, respiratorna oboljenja, bolesti bubrega, reproduktivne probleme, gastrointestinalne bolesti, urođene defekte, negativan uticaj na nervni sistem i drugih [1]. Svetska zdravstvena organizacija, WHO (engl. *World Health Organization*) preporučuje maksimalno dozvoljene koncentracije arsena i olova u vodi za piće od 0,010 mg L⁻¹ [2]. U Republici Srbiji postoje propisane maksimalno dozvoljene koncentracije teških metala u vodi u Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće ("Službeni list SRJ", broj 42/98 i 44/99) koje su u skladu sa preporukama Svetske zdravstvene organizacije za olovo i arsen. Prema agenciji za zaštitu životne sredine, EPA (engl. *Environmental Protection Agency*), preporučena koncentracija u vodi za piće za olovo iznosi 0,015 mg L⁻¹, a za arsen 0,010 mg L⁻¹ [3]. Razvijanje ekološki i ekonomski prihvatljivog procesa za prečišćavanje voda predstavlja veliki izazov na međunarodnom nivou. Postoje različite metode za uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora: hemijsko taloženje, elektrohemijski tretman, jonska izmena, filtracija, membranski postupci i adsorpcija [4]. Pored ekonomičnosti, jednostavnosti i efikasnosti, prednost primene adsorbenata prirodnog porekla u procesima prečišćavanja vodenih rastvora je nemogućnost dodatne kontaminacije vode štetnim materijama, koja nastaje u slučaju primena drugih hemijskih metoda [5]. Dodatno, postoji veliki broj materijala, sintetičkih i prirodnih, koji se koriste u procesima uklanjanja jona olova i arsena iz vodenih rastvora. Prirodni materijali na bazi oksida metala (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃) predstavljaju efikasne adsorbente za uklanjanje katjonskih i anjonskih zagađujućih materija iz vodenih rastvora [6]. Cilj ovog rada je ispitivanje adsorpcionih svojstava prirodnog mineralnog materijala ilovače za uklanjanje jona olova i arsena iz vodenih rastvora.

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalna ispitivanja adsorpcionih svojstava ilovače izvedena su u laboratorijskim uslovima u šaržnom sistemu. U vijalama od 50 mL je odmereno po 10 mg uzorka ilovače i 10 mL rastvora olova i arsena početne koncentracije od 100 µg L⁻¹. Kako bi se procenio uticaj kiselosti rastvora na adsorpciju, podešene su pH vrednosti početnog rastvora na 4, 5 i 6 pomoću 0,1 M rastvora NaOH i HNO₃. Zatim je izvršeno mešanje uzoraka pomoću šejkera (tip instrumenta: Heidolph ROTAMAX 120) tokom 24 h na temperaturi od 25 °C. Nakon završene adsorpcije, smeše ilovače i jonskih rastvora olova i arsena su filtrirane, zakišeljene i koncentracija analita iz filtrata analizirana je pomoću masene spektrometrije sa indukovano spregnutom plazmom (engl. *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*, ICP-MS).

Adsorpcioni kapacitet adsorbenta q (mg g⁻¹) i efikasnost uklanjanja R (%) jona metala iz vode, izračunati su prema sledećim formulama:

$$q = \left(\frac{C_0 - C_t}{m} \right) \cdot V \quad (1)$$

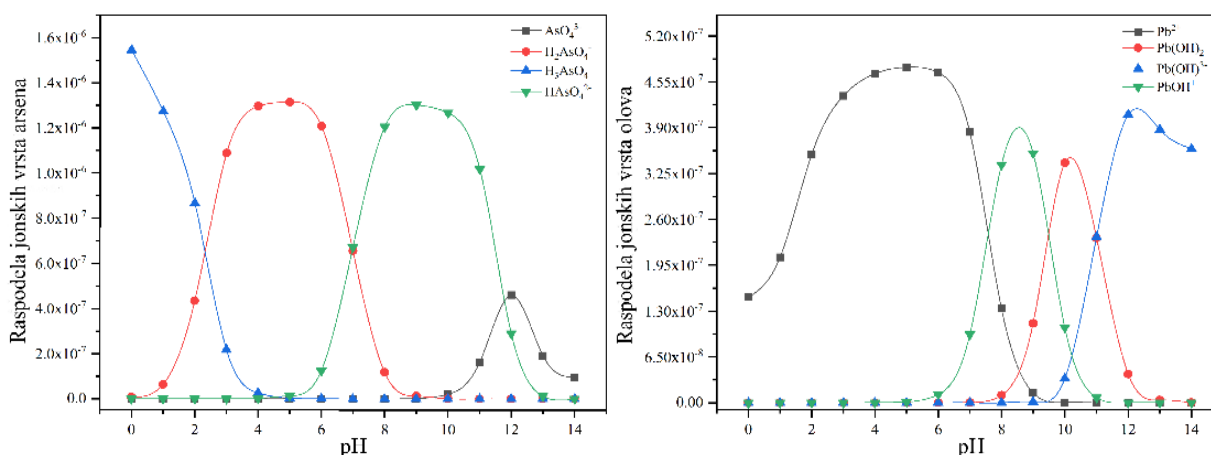
$$R = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

gdje su: C_0 i C_t – koncentracija jona olova i arsena (mg L^{-1}) u rastvoru u početnom i trenutku t (min), V – zapremina rastvora korišćenog za adsorpciju (mL) i m – masa adsorbenta (mg).

Karakterizacija uzorka ilovače izvršena je primenom rendgenske difrakcione analize (engl. *X-Ray Diffraction*, XRD), infracrvenom spektroskopijom sa Furijeovom transformacijom (engl. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*, FTIR) i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (engl. *Scanning electron microscopy*, SEM).

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Značajnu ulogu u odvijanju adsorpcionog procesa ima pH vrednost rastvora, uz pomoć koje može da se reguliše uklanjanje jona olova i arsena iz vodenih rastvora. Pri višim pH vrednostima rastvora ($\text{pH} > 8$) dolazi do formiranja kompleksnih jona i taloženja jona metala u vidu hidroksida, karbonata i oksida, dok pri nižim pH vrednostima rastvora ($\text{pH} < 4$) dolazi do konkurentnosti između H^+ jona i jona teških metala [7]. U zavisnosti od pH rastvora, olovo i arsen se mogu naći u vodi u različitim jonskim oblicima. Primenom programa Mintek (engl. *Visual Minteq*) određena je raspodela jonskih vrsta arsena i olova u zavisnosti od pH vrednosti i primenjena je za analizu uticaja pH vrednosti na efikasnost adsorpcije (Slika 1).

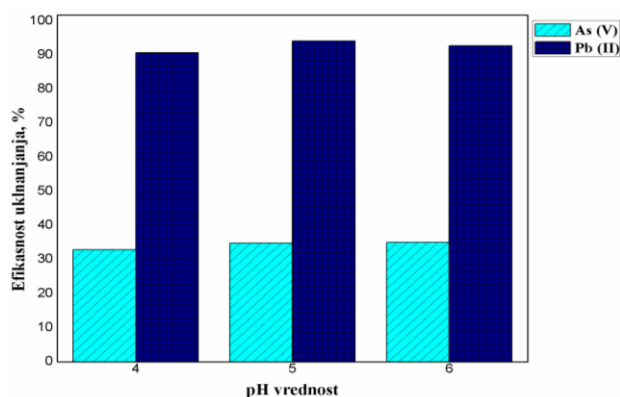


Slika 1. Raspodela jonskih vrsta (specijacija) arsena i olova u zavisnosti od Ph

Izvor: *Izvorno autorsko*

Na osnovu analize može se zaključiti da su, u ispitanom opsegu pH vrednosti od 4 do 6, dominantni jonski oblici arsena H_2AsO_4^- i HAsO_4^{2-} , dok su za olovo dominantne Pb^{2+} i Pb(OH)^+ jonske vrste. Kako bi se odredila optimalna pH vrednost ispitana je efikasnost adsorpcionog procesa promenom pH vrednosti početnog rastvora jona olova i arsena. Dobijeni rezultati predstavljeni su na Slici 2.

Na osnovu dobijenih rezultata prikazanih na slici 2 može se zaključiti da je efikasnost uklanjanja jona olova u odnosu na jone arsena znatno veća. Efikasnost uklanjanja jona arsena i olova ne menja se značajno za odabrane pH vrednosti početnih rastvora. Maksimalna efikasnost uklanjanja jona olova dobijena je na pH vrednosti 5 (94,2 %), dok je za jone arsena optimalna pH vrednost 6 (35,1 %). Maksimalni adsorpcioni kapacitet ($\mu\text{g g}^{-1}$) ilovače za jone arsena pri različitim pH vrednostima početnog rastvora opada u nizu: pH 6 (44,0) > pH 5 (43,7) > pH 4 (40,5), dok za jone olova prati sledeći trend: pH 6 (91,5) > pH 5 (77,8) > pH 4 (68,1).



Slika 2. Efikasnost uklanjanja jona olova i arsena u zavisnosti od početne pH vrednosti rastvora
Izvor: Izvorno autorsko

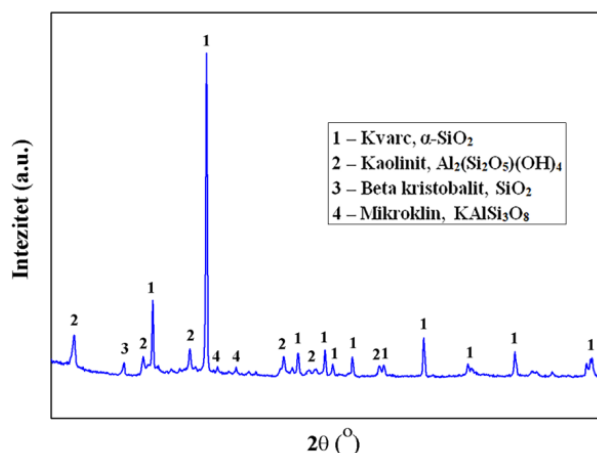
Uzorak ilovače korišćen u eksperimentalnom radu je prirodnog mineralnog porekla, bez prethodne modifikacije, čiji sastav pretežno čine oksidi silicijuma, aluminijuma i gvožđa. Prema granulometrijskoj analizi, uzorak ilovače se uglavnom sastoji od praškastih čestica, pri čemu je prosečan prečnik $d < 2$ mm. Fizička svojstva ilovače, kao što su specifična površina (S_{BET}), zapremina pora (V_{pora}), srednji (D_{sr}) prečnik pora i vrednosti tačke nultog naelektrisanja (pH_{pzc}) predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. Fizička svojstva prirodnog materijala ilovače

Izvor: Izvorno autorsko

Parametar	S_{BET} , $m^2 g^{-1}$	V_{pora} , $ml g^{-1}$	D_{sr} , nm	pH_{pzc}
Vrednost	7,53	0,0230	13,07	4,84

Primenom rendgenske difrakcione analize (XRD) izvršena je strukturna i fazna analiza. XRD analizom utvrđeno je da ilovača ima mešovitu kristalnu strukturu i sastav minerala. Ilovača predstavlja adsorbent sa heterogenom strukturom čiji sastav uglavnom čini kvarc (α - SiO_2) sa 60,9 mas. % i kaolinit ($Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$) sa 22,6 mas. %. Na slici 3 je predstavljen difrakcioni dijagram ilovače, gde se dominantni pikovi za kvarc uočavaju na 2θ ($^\circ$) = 20,8; 26,7; 50,3 i 60,1, prema redosledu pojavljivanja [8].



Slika 3. XRD spektar prirodne ilovače

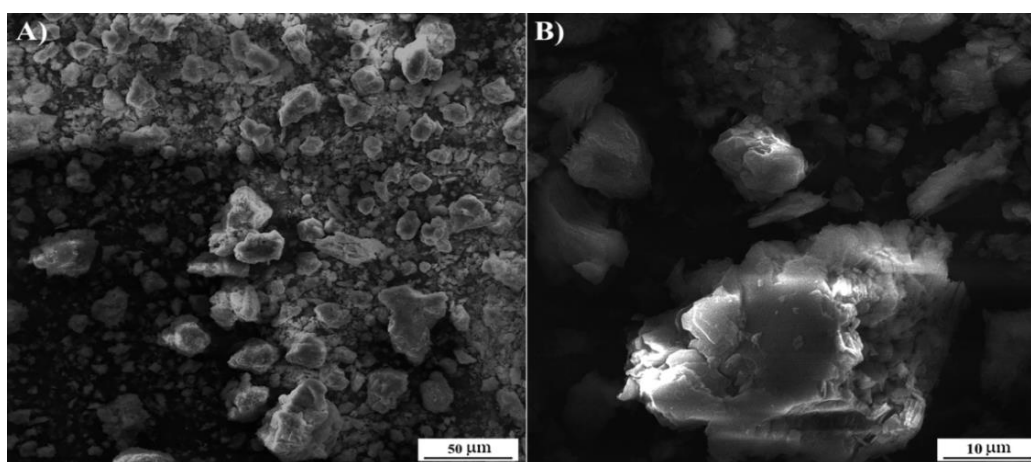
Izvor: Izvorno autorsko

Primenom infracrvene spektroskopije sa Furijeovom transformacijom (FTIR) izvršena je analiza funkcionalnih grupa koje su prisutne u strukturi materijala. U Tabeli 2. su dati talasni brojevi karakterističnih funkcionalnih grupa ispitivanog adsorbenta, ilovače.

Tabela 2. Talasni brojevi (cm^{-1}) karakterističnih funkcionalnih grupa ispitivanog adsorbenta ilovače određeni FTIR metodom [9]

Talasni brojevi (cm^{-1})	Funkcionalne grupe
795-780	Si-O-Si vibracija rešetke
914	Vibracije Al-OH veze
1114-1025	Vibracije savijanja Si-O veze
3691-3619	Vibracije OH grupe

Primenom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM) određena su morfološka svojstva uzorka ilovače [10]. Na Slici 4. predstavljene su SEM mikrografije na dva različita uvećanja: A – 1000x i B – 5000x μm , redom. Analiza je pokazala da je struktura ilovače pretežno neuniformna.



Slika 4. SEM mikrografije adsorbenta sa uvećanjem od 1000x (A) i 5000x (B)

Izvor: Izvorno autorsko

Na Slici 4.(A) uočava se prisustvo frakcija različitih po obliku i veličini, sa nabranim i neravnim površinama, a na slici 4.(B) izražena je slojevita struktura adsorbenta što omogućava vezivanje adsorbata na različitim delovima materijala. Prisustvo sferičnih šupljina koje su karakteristične za konvencionalne mezopozorne adsorbente nije uočeno.

4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati uklanjanja jona olova i arsena primenom prirodne ilovače pri različitim početnim pH vrednostima rastvora. Maksimalna efikasnost uklanjanja jona olova postignuta je na pH vrednosti 5 (94,2 %), dok je za jone arsena optimalna pH vrednost 6 (35,1 %). Na osnovu strukturne i fazne analize utvrđeno je da mineraloški sastav uzoraka ilovače čine kvarc ($\alpha\text{-SiO}_2$, 60,9 mas. %), kaolinit ($\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$, 22,6 mas. %), mikroklin (KAlSi_3O_8 , 14,3 wt. %) i beta kristobalit (SiO_2 , 2,2 mas. %). Konačno, ispitani materijal koji se sastoji od oksida silicijuma, aluminijuma i gvožđa može se koristiti za uklanjanje jona arsena i olova iz vode, kao i za predkoncentrisanje odabranih jona u analitičkoj hemiji i zaštiti životne sredine. Dalji pravci istraživanja biće usmereni na razvoj i primenu metoda za modifikaciju ilovače, kao i na karakterizaciju dobijenih adsorbenata, u cilju povećanja efikasnosti uklanjanja jona arsena, adsorpcionih karakteristika.

ZAHVALNICA

Ovaj rad podržalo je Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoje Republike Srbije (Brojevi ugovora 451-03-9/2021-14/200135 i 451-03-9/2021-14/200287).

LITERATURA

- [1] Ma, Y., Egodawatta, P., McGree, J., Liu, A., Goonetilleke, A.: Human health risk assessment of heavy metals in urban stormwater, *Science of the Total Environment*, Vol. 557–558 (2016), pp. 764–772, ISBN 0048-9697
- [2] World Health Organization (WHO), 2006. *Guidelines for drinking-water quality*. Dostupno na: <https://redirect.is/1gka6oe> (Pristup: 04.10.2021.)
- [3] Environmental Protection Agency (EPA), 2013. *National Primary Drinking Water Regulations*. Dostupno na: <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations> (Pristup: 06.10.2021.)
- [4] Lakherwal, D.: Adsorption of Heavy Metals: A Review, *International Journal of Environmental Research and Development*, Vol. 4 (2014), No. 1, pp. 41–48, ISBN 2249-3131
- [5] Kulkarni, S., Kaware, J.: Regeneration and Recovery in Adsorption-a Review, *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, Vol. 1 (2014), No. 8, pp. 61–64, ISBN 2348 – 7968
- [6] Stanišić, T., Karić, N., Karanac, M., Đolić, M., Ristić, M., Perić-Grujić, A.: Prirodni adsorbenti na bazi metalnih oksida za uklanjanje jona olova i arsena iz vodenih rastvora, Zbornik radova pisanih za 34. Međunarodni kongres o procesnoj industriji PROCESING '21, pp. 43–48, ISBN 978-86-85535-08-6, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, 3. i 4. jun 2021., Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS)
- [7] Zhang, C., Luan, J., Yu, X., Chen, W.: Characterization and adsorption performance of graphene oxide - montmorillonite nanocomposite for the simultaneous removal of Pb²⁺ and p-nitrophenol, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 378 (2019), p. 120739, ISBN 0304-3894
- [8] Flogeac, K., Guillon, E., Aplincourt, M., Marceau E., Stievano, L., Beaunier, P., Frapart, Y. M.: Characterization of soil particles by X-ray diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), electron paramagnetic resonance (EPR) and transmission electron microscopy (TEM), *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 23 (2003), pp. 407–418, ISBN 1774-0746.
- [9] Saikia, B. J., Parthasarathy, G.: Fourier Transform Infrared Spectroscopic Characterization of Kaolinite from Assam and Meghalaya, Northeastern India, *Journal of Modern Physics*, Vol. 01 (2010), No. 04, pp. 206–210, ISBN 2153-1196
- [10] Kumar, R., Kumar, R., Mittal, S., Arora, M., Babu, J. N.: Role of soil physicochemical characteristics on the present state of arsenic and its adsorption in alluvial soils of two agri-intensive region of Bathinda, Punjab, India, *Journal of soils and sediments*, Vol. 16 (2016), No. 2, pp. 605–620, ISBN 1439-0108