

Kūdras sorbenti arsēna savienojumu adsorbcijai

Linda Ansons¹, ¹Faculty of Chemistry, University of Latvia,
Linda Eglite², Maris Klavins³, ²⁻³Faculty of Geography and Earth Sciences, University of Latvia

Kopsavilkums. Arsēna savienojumu adsorbcijai sintezēti ar dzelzi modificēti kūdras sorbenti, ar slāpekļa funkcionālajām grupām modificēti kūdras sorbenti un dzelzs humāts. Pētīta arsēna savienojumu adsorbcija uz purva kūdras un uz modificētiem kūdras sorbentiem. Augstākā adsorbcijas kapacitāte novērota, izmantojot ar dzelzi modificētus kūdras sorbentus. Uz ar dzelzi modificētiem sorbentiem adsorbcija pētīta atkarībā no šķīduma pH un temperatūras. Tiek uzskatīts, ka adsorbciju ietekmē modifikācijas metode un dzelzs saturs. Adsorbcija pie dažādām šķīduma pH vērtībām ir atkarīga no arsēna jonu formas šķīdumā. Šī pētījuma rezultāti var tikt izmantoti, lai izstrādātu jaunu kūdras sorbentu, ko varētu izmantot dzeramā ūdens attīrīšanai no arsēnu saturošiem savienojumiem.

Atslēgas vārdi: kūdras sorbenti, arsēns, adsorbcija, adsorbcijas modelis.

I. IEVADS

Virszemes ūdeņu piesārņojums ar arsēna savienojumiem pēdējā laikā ir kļuvis par aktuālu globālu problēmu un to pat uzskata par 20. un 21. gadsimta vienu no nozīmīgākajām vides problēmām [1, 2]. Ar arsēna savienojumiem piesārņots dzeramais ūdens izraisa nopietnus draudus cilvēku veselībai. Šī problēma sevišķi aktuāla ir tādās valstīs kā Bangladeša, Indija, Taivāna, Mongolija, Argentīna, Čīle, Meksika, Ķīna, Jaunzēlande, Japāna, Kanāda, Amerikas Savienotās Valstis, Šveice, Polija un Ungārija [1-6]. Daudzās pasaules valstīs arsēna saturs dzeramajā ūdenī pārsniedz 10 µg/L, kas ir maksimālā robeža, ko noteikusi Pasaules Veselības organizācija (WHO).

Ilgstoša arsēna savienojumu iedarbība var izraisīt ādas, nieru, urīnpūšļa un plaušu vēzi, pigmentācijas izmaiņas, ādas sabiezējumus, muskuļu vājumu, kā arī radīt neiroloģiskas un kardiovaskulāras problēmas [3, 6, 9].

Ūdeņos arsēna savienojumi nonāk dažādu dabiski noritošu procesu rezultātā, piemēram, arsēna saturošu iežu dēdēšanas procesos, arsēnu saturošu termālo ūdeņu, bioloģisko darbību un vulkānu emisiju rezultātā, kā arī antropogēnā piesārņojuma veidā [4, 7].

Neorganiskās arsēna formas ir daudz toksiskākas salīdzinājumā ar organiskajām formām [8]. Divas galvenās neorganiskās arsēna formas ūdeņos ir trīsvērtīgie arsēna savienojumi As (III) un piecvērtīgie arsēna savienojumi As (V). Piecvērtīgais arsēns ir termodinamiski stabilākā forma, tādēļ biežāk sastopams virszemes ūdeņos [8].

Lielās arsēna savienojumu koncentrācijas dēļ, sistemātiski tiek kontrolēta dzeramā ūdens kvalitāte, daudzās valstīs tiek

samazināta pieļaujamā arsēna koncentrācija ūdenī un izstrādātas jaunas metodes un tehnoloģijas arsēna koncentrācijas samazināšanai dzeramajā ūdenī. Tādēļ liela nozīme ir izpratnei par arsēna savienojumu izturēšanos vidē, tai skaitā arsēna atbrīvošanos vai sorbciju.

Arsēna saistīšanai līdz šim izstrādātas un izmantotas visdažādākās metodes, bet par vienu no labākajām tiek uzskatīta adsorbcija. Adsorbcija tiek uzskatīta par vienu no labākajām metodēm tās vienkāršības, reģenerēšanas spēju dēļ, kā arī tā ir ekonomiska un viegli realizējama [1, 5, 8, 10]. Tādēļ svarīgi pievērsties perspektīvu un videi draudzīgu sorbentu izstrādei, ko varētu izmantot ar arsēnu piesārņotu ūdeņu attīrīšanā. Viens no šādiem materiāliem varētu būt modificēta kūdra. Kūdra ir dabisks materiāls, un tā ir arī viens no svarīgākajiem Latvijas dabas resursiem.

II. EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA

Kūdra divos veidos tika modificēta ar dzelzi. Pētījumā tika izmantota kūdra no Dižā Veikēnieka purva, kūdras slāņa dziļums 26-52 cm. Dzelzs (III) hlorīda heksahidrātu izšķīdina ūdenī, pievieno nātrija hidroksīdu, iztur dažas stundas. Skalo dekantējot ar dejonizētu ūdeni. Fe(OH)₃ dispersijā iejauc kūdru. Samaisa, filtrē, skalo ar dejonizētu ūdeni, žāvē gaisā, tad Gallenkamp Plus II Oven žāvēskapī 4 stundas pie 60 °C. Iegūto produktu tālāk apzīmē kā modificēta kūdra I.

100 g homogenizētas kūdras samitrina ar dzelzs (III) hlorīda heksahidrātu, iztur pa nakti, filtrē, mitru kūdru aplej ar nātrija hidroksīda šķīdumu un iztur 1 stundu. Filtrē un skalo ar destilētu ūdeni, līdz pH 7. Žāvē Gallenkamp Plus II Oven žāvēskapī 1 stundu pie 60 °C. Iegūto produktu tālāk apzīmē kā modificēta kūdra II.

Ar slāpekli saturošām funkcionālajām grupām modificētu kūdru pagatavo, vispirms kūdru samaisot ar nātrija hidroksīda šķīdumu. Pēc tam pievieno epihlorhidrīnu, reakcijas maisījumu intensīvi maisa 4 stundas 50° C temperatūrā. Pēc 4 h pievieno dietilamīnu, pārtrauc sildīšanu un atstāj uz 18 stundām. Pēc tam reakcijas produktu filtrē, skalo ar ūdeni (līdz pH 7), acetonu un žāvē. Iegūto produktu tālāk apzīmē kā N-mod. kūdra.

Dzelzs humāta sintēzei tika izmantota kūdra no Dižā Veikēnieka purva, kūdras slāņa dziļums 75-98 cm. Kūdrai uzlej 0,1 M NaOH šķīdumu, to iztur 24 h, tad dekantējot nolej ekstraktu, to filtrē caur stiklauduma filtru. Ar 0,1 M HCl ekstraktu neitralizē līdz pH 8. Iegūtajam ekstraktam pievieno FeCl₃ · 6H₂O, līdz vairs neveidojas nogulsnes. Reakcijas maisījumu iztur 24 h, tad filtrē. Radušās nogulsnes uz filtra

mazgā ar destilētu ūdeni, pēc tam žāvē Gallenkamp Plus II Oven žāvkapī 60 ° C temperatūrā.

Ar dzelzi modificētajiem kūdras sorbentu paraugiem fotometriski tika noteikts dzelzs saturs. Izejas kūdrai un ar dzelzi modificētajiem sorbentiem tika uzņemti skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) attēli. Paraugu ievieto SEM paraugu turētājā un pārklāj ar zeltu. Paraugi pētīti, izmantojot JOEL ISM T – 200 skenējošo elektronu mikroskopu.

No nātrija arsenāta heptahidrāta tika pagatavoti As šķīdumi, kuros As (V) koncentrācijas ir 300, 200, 100, 50, 25, 10 un 5 mg/L. Izmantota tika Dižā Veikēnieka purva kūdra no 25-62 cm kūdras slāņa dziļuma, kā arī divu veidu modificētas kūdras (modificēta kūdra I un modificēta kūdra II) un dzelzs humāts. Aizskrūvētās 100 mL stikla burciņās iesver 1 g kūdras un aplej ar katru no sagatavotajiem As (V) šķīdumiem. Fe humāta adsorbcijas eksperimentā izmanto 0,2 g sorbenta un 16 mL arsēna šķīduma. Izmantotās arsēna koncentrācijas ir 500, 300, 200, 100, 50, 25, 10 un 5 mg/L. Burciņas saskalina un krata istabas temperatūrā 24 h, izmantojot BioSan PSU U-20 kratītāju. Suspensiju nofiltrē, filtrātu analizē, izmantojot atomu absorbcijas spektrometriju. Analogi veic eksperimentu arī izmantojot AsNaO₂ un C₂H₇AsO₂.

Arsēna savienojumu koncentrācijas nosaka, izmantojot atomu absorbcijas spektrometru PerkinElmer AAnalyst 200. Kā starojuma avots izmantota bezelektroda arsēna lampa (Perkin Elmer), arsēna mērījumi veikti pie 193,7 nm viļņa garuma, izmantojot liesmas atomizāciju. Kā oksidējošo gāzi izmanto N₂O, deggāze - acetilēns. Fona korekcijai izmantota Deitērija tehnika. Kvantitatīvai noteikšanai, tika izmantots arsēna atomu absorbcijas standarts, gatavots kalibrēšanas grafiks, kur arsēna koncentrācija mainās no 1 līdz 100 mg/L.

pH ietekmes novērtēšanai arsēna savienojumu adsorbcijas eksperimentos izmanto buferšķīdumus. pH intervālā no 3 līdz 6 izmanto citrāta buferšķīdumu, savukārt pH intervālā no 7 līdz 9 izmanto borāta buferšķīdumu. Eksperimentā izmanto As (V) un As (III) šķīdumus, kur arsēna koncentrācija gala šķīdumā ir 50 mg/L. Filtrātu līdzīgi kā iepriekšējā gadījumā analizē, izmantojot atomu absorbcijas spektrometriju (AAS).

III. REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS

Pētījuma ietvaros tika sintezēti sorbenti arsēna savienojumu adsorbcijai. Adsorbcijas eksperimenti tika veikti, izmantojot 5 veidu sorbentus – kūdras no Dižā Veikēnieka kūdras purva 25-52 cm slāņa dziļuma kūdras (izejas kūdra), divu veidu ar dzelzi modificētas kūdras (modificēta kūdra I, modificēta kūdra II), ar slāpekļa funkcionālajām grupām modificētu kūdras un dzelzs humātu. Izmantoto kūdras paraugu raksturīgā parametri parādīti 1. tabulā.

Ar dzelzi modificētiem kūdras sorbentiem noteikts dzelzs saturs. Pēc metodes, kurā izmantota dzelzs hidroksīda izgulsnēšana uz kūdras (modificēta kūdra I), dzelzs saturs ir 167,04 mg Fe/ 1g kūdras. Kūdras piesātinot ar dzelzs sāļiem (modificēta kūdra II), noteiktais dzelzs saturs ir 135,04 mg Fe/ 1g kūdras. Savukārt dzelzs humātā dzelzs saturs ir 1,02 mmol/ 1g kūdras. Tā kā dabiskais dzelzs saturs Dižā Veikēnieka purva kūdras slānim (25 -52 cm) ir 0,095 mg/g, savukārt 75-

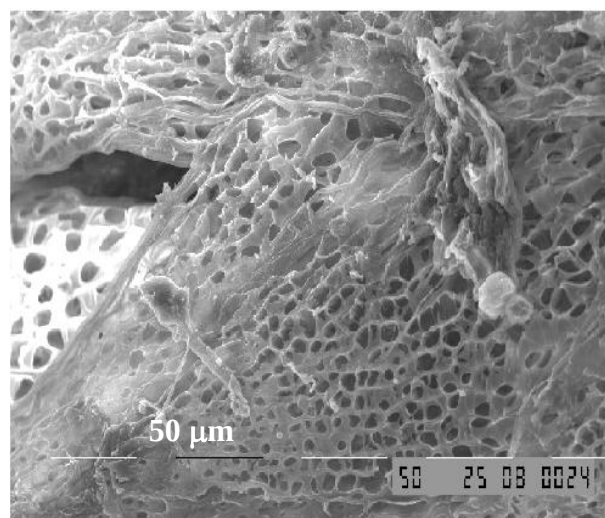
98 cm slānim tas ir attiecīgi 0,157 mg/g [11], var secināt, ka modificēšana ar dzelzs savienojumiem ir notikusi.

Paraugu virsmas morfoloģija tika noteikta, izmantojot skenējošo elektronu mikroskopiju (SEM). Skenējošās elektronmikroskopijas attēlos redzamas atšķirības starp izejas un ar dzelzi modificētajiem kūdras sorbentiem (1. – 3. att.).

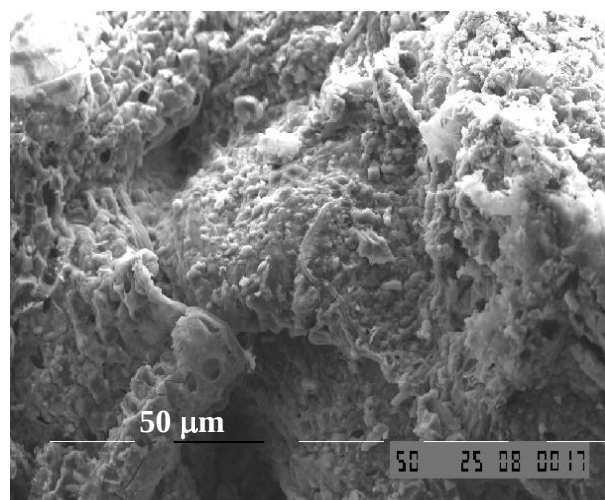
1. TABULA

IZMANTOTĀS KŪDRAS RAKSTUROJUMS

	Dižā Veikēnieka purvs, slāņa dziļums 25-52 cm	Dižā Veikēnieka purvs, slāņa dziļums 75-98 cm
Kūdras tips	Augstā purva <i>fusum</i> kūdra	Augstā purva <i>fusum</i> kūdra
Kūdras vecums, ¹⁴ C gadi	730	1140
C %	48,19	46,96
H %	5,53	5,40
N %	0,66	0,41
Katjonu apmaiņas spēja, cmol/kg	6,6	4,1
COOH meq/g	50,3	51,7



1.att. Izejas kūdras SEM attēls.



2.att. Modificēta kūdra I SEM attēls.

1. attēlā redzams izejas kūdras skenējošās elektronu mikroskopijas attēls. Šajā attēlā labi redzamas izejas kūdrai raksturīgās sadalījušos augu atliekas un dažas augu šķiedras. 2. un 3. attēlā redzamas ar dzelzi modificētas kūdras I un ar dzelzi modificētas kūdras II SEM attēli. Salīdzinot ar dzelzi modificēto kūdras sorbentu SEM attēlus ar izejas kūdras attēliem, redzamas būtiskas atšķirības. Abiem ar dzelzi modificētajiem kūdras sorbentiem redzama dzelzs savienojumu daļiņu klātbūtne uz kūdras materiāla virsmas. Tas liecina, ka modificēšanas metodes ir veiksmīgas un dzelzs daļiņas ir piesaistītas kūdras virsmai.

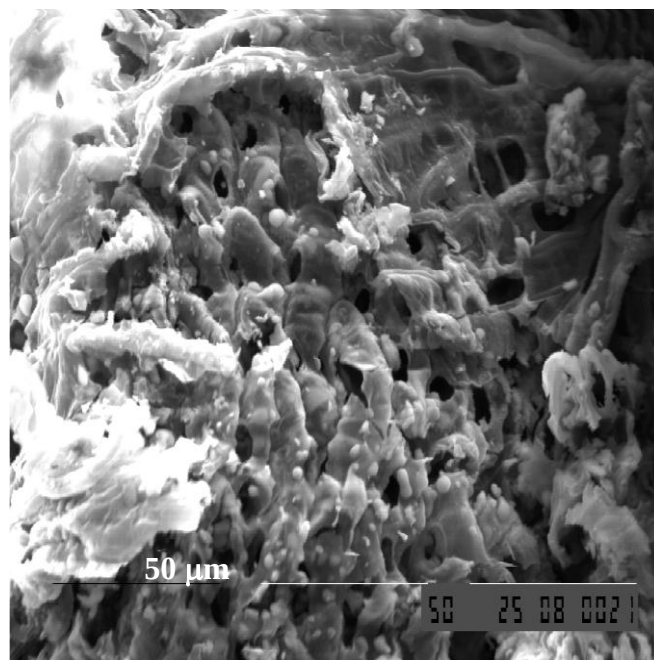
Kā redzams 4. attēlā, salīdzinot arsēna adsorbciju uz minētajiem sorbentiem, novērots, ka labākā adsorbcija noris, izmantojot modificētas kūdras sorbentus salīdzinājumā ar izejas kūdru. Kā redzams no adsorbcijas līknēm (4. att.), labākus rezultātus iespējams iegūt, izmantojot modificētu kūdru I un dzelzs humātu. Savukārt ar slāpekļa funkcionālajām grupām modificēta kūdra (N-mod. kūdra) uzrāda labāku adsorbcijas kapacitāti salīdzinājumā ar izejas kūdru, taču tā ir ievērojami zemāka kā ar dzelzi modificētiem sorbentiem.

Adsorbcijas izoterms dod ārkārtīgi nozīmīgu informāciju par arsēna savienojumu adsorbcijas kapacitāti uz izmantotajiem sorbentiem, kā arī parāda adsorbcijas dabu. Salīdzinot abu ar dzelzi modificēto kūdru adsorbcijas spējas, konstatēts, ka gan eksperimentā ar As (V), gan eksperimentā ar As (III), labāka adsorbcija ir, izmantojot modificēto kūdru I (5. att.). Tas norāda, ka modifikācijas metodei ir liela ietekme uz kūdras adsorbcijas kapacitāti.

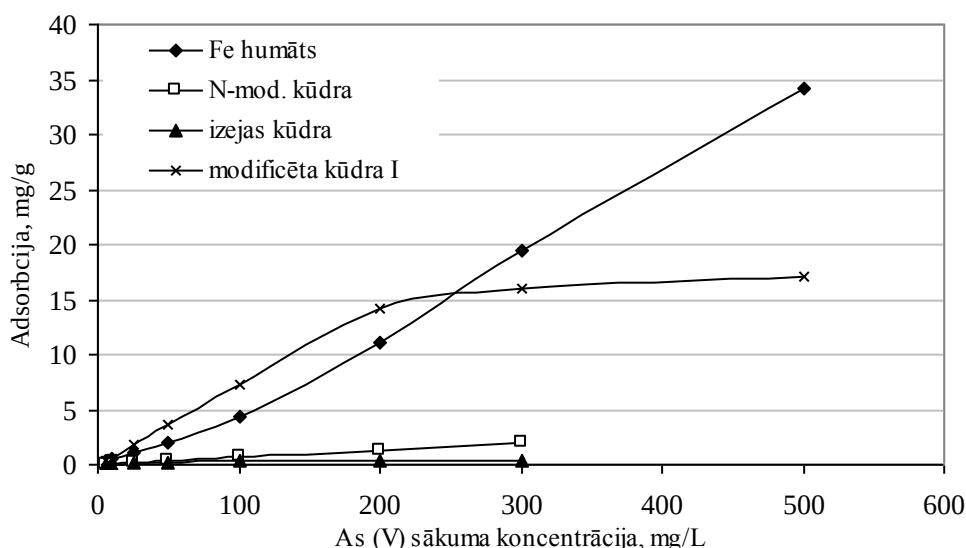
Kā iepriekš minēts, dzelzs daudzums modificētā kūdrā I ir lielāks salīdzinājumā ar modificēto kūdru II. Tā kā arsēna

adsorbcija uz nemodificētas kūdras, kā arī uz N-modificētas kūdras bija ļoti zema, var uzskatīt, ka dzelzs saturs kūdrā būtiski ietekmē sorbenta adsorbcijas kapacitāti.

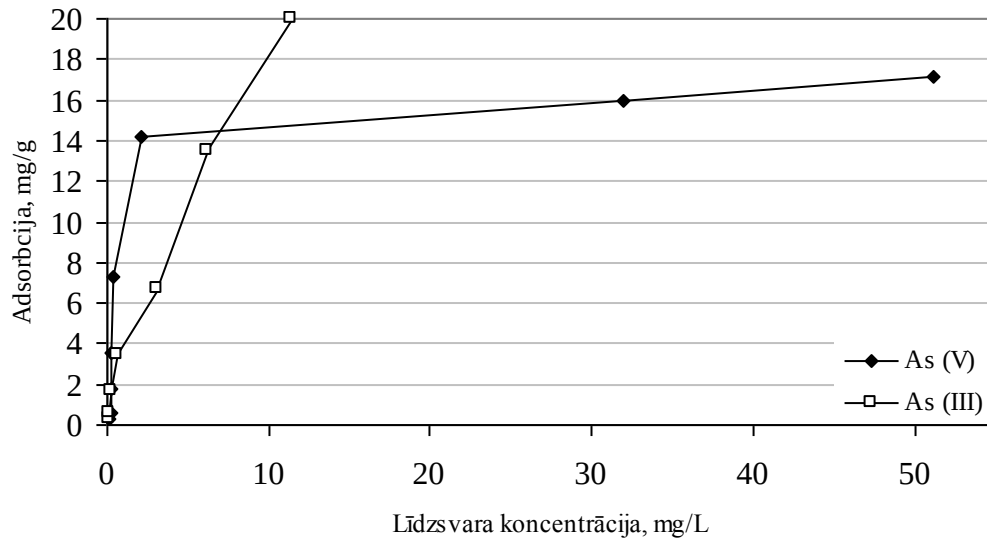
Salīdzinot As (V) un As (III) adsorbciju, redzams, ka arsēna (III) savienojumi uz ar dzelzi modificētiem kūdras sorbentiem adsorbējas labāk. Tādēļ šādā veidā modificēts kūdras sorbents var būt īpaši noderīgs arsenītu adsorbcijai.



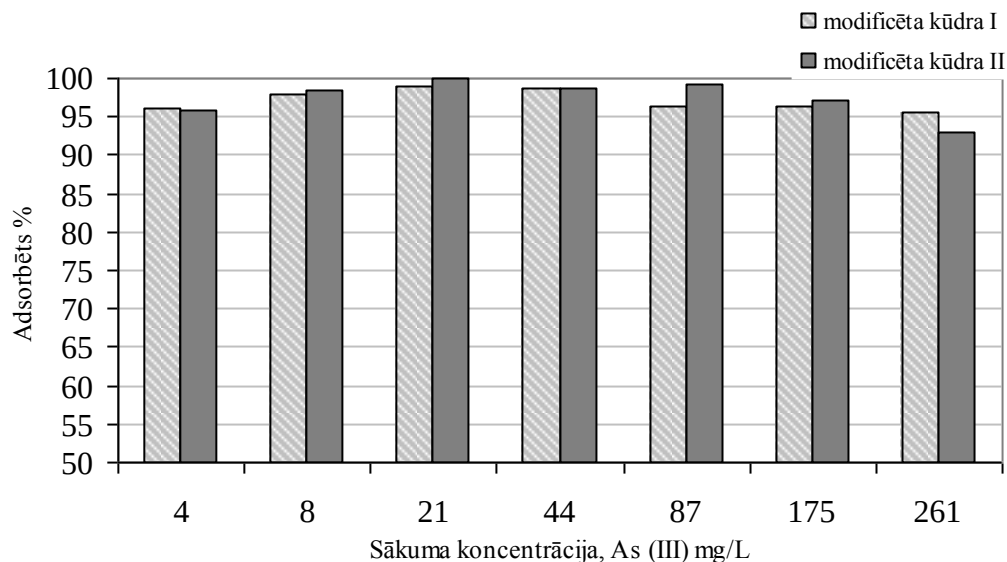
3.att. Modificētas kūdras II SEM attēls.



4.att. Arsēna (V) adsorbcija uz izmantotajiem sorbentiem.



5.att. As (V) un As (III) adsorbēšanas izoterma, izmantojot modificētu kūdras I.



6.att. Arsēna (III) adsorbēšana %, izmantojot ar dzelzi modificētus kūdras sorbentus.

Ņemot vērā arsēna koncentrāciju sākotnējā šķīdumā, sorbenta iesvaru un adsorbēšanas eksperimentā izmantoto šķīduma tilpumu, aprēķināta maksimālā iespējamā adsorbēšana. Savukārt, izmantojot maksimālo iespējamo un reāli iegūto adsorbēšanu, aprēķināts adsorbētais arsēna daudzums procentos. Rezultāti As (III) adsorbēšanai redzami 6. attēlā esošajā stabīņu veida diagrammā. Kā jau iepriekš minēts, efektīvāk tiek adsorbēti arsēna (III) savienojumi, salīdzinot ar arsēna (V) savienojumiem. Izmantojot abu veidu modificētās kūdras, arsēna (III) savienojumu adsorbēšana pārsniedz 90 %.

pH ietekme arsēna (V) un arsēna (III) savienojumu adsorbēšanai uz ar dzelzi modificētās kūdras sorbentiem tika pētīta pH intervālā no 3 līdz 9. Šķīduma pH var ietekmēt arsēna savienojumu adsorbēšanu uz kūdras sorbentiem dažādos veidos. Viens no tiem nosaka, ka šķīduma pH ietekmē arsēna jonu formu. Arsēna (V) savienojumi atkarībā no šķīduma pH var atrasties H_3AsO_4 (0-2 pH), H_2AsO_4^- (2-7 pH), HAsO_4^{2-} (7-

12 pH) un AsO_4^{3-} (12-14 pH) jonu formā [1], savukārt arsēna (III) savienojumi pH intervālā no 3 līdz 9 var atrasties $\text{As}(\text{OH})_3$ (jeb H_3AsO_3) neitrālu hidroksokompleksu formā.

Salīdzinot arsēna (V) un arsēna (III) savienojumu adsorbēšanas izoterma atkarībā no šķīduma pH, novērojams, ka arsēna adsorbēšana atšķiras, un viens no iespējamajiem faktoriem, kas to nosaka, ir arsēna jonu forma šķīdumā. Tā kā arsēns (III) pH intervālā no 3 līdz 9 atrodas neitrālā formā ($\text{As}(\text{OH})_3$), tas galvenokārt var mijiedarboties ar uz kūdras saistīto dzelzs hidroksīdu. Arsēna (V) savienojumu adsorbēšana ir mazliet vājāka salīdzinājumā ar arsēna (III) savienojumu adsorbēšanu, skaidrojums tam varētu būt arsēna (V) lielākais lādiņš un/ vai papildu helatācijas un stabilizējošais efekts [6].

IV. SECINĀJUMI

1. Arsēna savienojumu adsorbēšana uz purva kūdras ir ļoti zema, mazliet augstāka tā ir uz ar slāpekļa funkcionālajām

- grupām modificētas kūdras sorbenta, savukārt ievērojami augstāka uz ar dzelzi modificētas kūdras sorbentiem. Augstākā arsēna adsorbcijas kapacitāte tika novērota, par sorbentu izmantojot dzelzs humātu.
2. Arsēna adsorbcijas kapacitāti uz ar dzelzi modificētiem kūdras sorbentiem ietekmē sorbenta modifikācijas metode, kā arī piesaistītais dzelzs daudzums kūdrā.
 3. Adsorbciju pie dažādām pH vērtībām galvenokārt ietekmē arsēna jonu forma pie atbilstošās pH vērtības.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Zhang F., Itoh H. Iron oxide – loaded slag for arsenic removal from aqueous system. *Chemosphere*, 2005, vol. 60, p. 319 -325.
2. Nemade P.D., Kadam A. M., Shankar H.S. Adsorption of arsenic from aqueous solution on naturally available red soil. *Journal of Environmental Biology*, 30 (4), (2009), 499-504.
3. Mohan D., Pittman A.U. Jr. Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents – A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 2007, vol.142, p. 1-53.
4. Pfeifer H.R., Gueye-Girardet A., Reymond D., J.W. Schlegel C., Temgoua E., Hesterberg D.L., Chou. Dispersion of natural arsenic in the Malcantone watershed, Southern Switzerland: field evidence for repeated sorption – desorption and oxidation – reduction processes. *Geoderma*, 2004, vol. 122, p. 205-234.
5. Dupont L., Jolly G., Aplincourt M. Arsenic adsorption on lignocellulosic substrate loaded with ferric ion. *Environmental Chemistry Letters*, 2007, vol. 5 N 3, p. 125-129.
6. Buschmann J., Kappeler A., Lindauer U., Kistler D., Berg M., Sigg L. Arsenite and arsenate binding to humic acids: influence of pH, type of humic acid, and aluminum. *Environmental Science and Technology*, 2006, vol. 40, p. 6015-6020.
7. Smedley P.L., Kinniburgh D.G. A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 2002, vol. 17, p. 517-568.
8. Gu Z., Fang J., Deng B. Preparation and evaluation of GAC – based iron – containing adsorbents for arsenic removal. *Environmental Science and Technology*, 2005, vol. 39, p. 3833 – 3843.
9. An B., Steinwinder T.R., Zhao D. Selective removal of arsenate from drinking water using a polymeric ligand exchanger. *Water Research*, 2005, vol. 39, p. 4993 – 5004.
10. Anirudhan T.S., Unnithan M.R. Arsenic (V) removal from aqueous solutions using an anion exchanger from coconut coir pith and its recovery. *Chemosphere*, 2007, vol. 66, p. 60 – 66.
11. Šīre J. *Composition and properties of humic acids in raised bog peat*. Ph.D. thesis. Riga: University of Latvia, 2010, 138 p.

Linda Ansone received her B.sc. and Mg.sc. in Chemistry from University of Latvia (Faculty of Chemistry) in 2009 and 2011. Since the year 2008 she is a laborant at Department of Environmental Science, Faculty of Geography and Earth Science. She is a member of International Humic Substance Society (IHSS).

E-mail: linda_ansone@inbox.lv

Linda Eglite received her Dr. chem. from University of Latvia (Faculty of Chemistry) in 2007. Currently she is a head of Laboratory of Soil, Faculty of Geography and Earth Science, University of Latvia. She is a member of International Humic Substance Society (IHSS).

E-mail: linda.eglite@lu.lv

Maris Klavins, Dr.habil.chem., Prof.

Department of Environmental Science, Faculty of Geography and Earth Science, University of Latvia, Address: Raina blvd. 19, Riga, LV 1586, Latvia
E-mail: maris.klavins@lu.lv

Linda Ansone, Linda Eglite, Maris Klavins. Peat Sorbents for Sorption of Arsenic Compounds.

Peat sorbents modified with iron, nitrogen containing functional groups and iron humate were prepared for adsorption of arsenic compounds. Synthesis of modified peat (I) was based on iron hydroxide (III) precipitation onto peat. A dispersion of $\text{Fe}(\text{OH})_3$ was mixed in homogenized peat. After filtration, reaction product was rinsed with distilled water and dried. However synthesis of modified peat (II) was based on peat saturation with iron salts. To prepare nitrogen functional group containing peat sorbent peat was mixed with sodium hydroxide solution. After that epichlorohydrine was added to the reaction mixture and the contents were heated at 50 °C with continuous intensive stirring. After that diethyl amine was added to the suspension and left overnight. The obtained product was filtered, washed with distilled water, acetone and dried. For synthesis of iron humate sodium hydroxide solution was poured onto peat and it was left for 24 h. After that the obtained suspension was filtered and filtrate was neutralized. Iron chloride solution was added to the filtrate. The obtained precipitates were filtered, washed with distilled water and dried. Scanning electron microscope pictures show the differences in peat structure of raw material and peat samples modified with iron. Iron content in modified peat samples were higher than in raw peat material, indicating that modification had occurred.

Adsorption of arsenic compounds onto peat and on iron modified peat sorbents was investigated. The highest sorption capacity was observed using iron modified peat sorbents. Using iron modified peat sorbents, adsorption of arsenic compounds was investigated as a function of pH. It can be suggested that adsorption is influenced by the method of modification and iron content in peat. Adsorption at different pH values was dependent of arsenic form present in solution. The results of this study can be used for new peat sorbent development which could be used for drinking water purification from arsenic compounds.

Линда Ансоне, Линда Еглите, Марис Клявиньш. Применение торфяных сорбентов в адсорбции соединений мышьяка.

С помощью модификации соединениями железа и азотосодержащими функциональными группами были изготовлены сорбенты мышьяка на базе торфа и гумат железа. Синтез сорбента №1 был произведен путем осаждения гидроксида железа на поверхности торфа: дисперсия $\text{Fe}(\text{OH})_3$ смешана с торфом, после чего полученная субстанция отфильтрована, промыта дистиллированной водой и высушена. Сорбент №2 изготовлен путем обработки торфа солями железа. Для изготовления азотосодержащего сорбента, торф был обработан раствором натрия гидроксида, после чего нагрет в присутствии эпихлоргидрина до температуры 50 °C. После этого, был добавлен диэтиламин и реакционная смесь оставлена в состоянии покоя на 12 часов. Полученный продукт отфильтрован, промыт водой и ацетоном, высушен. Для получения гумата железа, торф обработан натрия гидроксидом в течении 24 часов, После чего полученная суспензия отфильтрована, а фильтрат нейтрализован. В фильтрат добавлен раствор хлорида железа. Полученный осадок отфильтрован, промыт водой и высушен. Результаты сканирующей электронной микроскопии указывают на существенные различия в структуре между модифицированными и немодифицированными образцами. Результаты анализа элементарного состава образцов указывают на увеличение содержания железа в образцах, модифицированных железом. Изучена способность торфа и модифицированных торфяных сорбентов к адсорбции соединений мышьяка. Проверилась наибольшая емкость адсорбции, используя железомодифицированные торфяные сорбенты, а также в зависимости от pH раствора. Показано, что на адсорбцию влияет содержание железа. Адсорбция при различных величин pH зависит от формы ионов мышьяка в растворе. Результаты исследований возможно использовать для разработки новых торфяных сорбентов, последующем их использованием в очистке питьевой воды от соединений мышьяка.