

**Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија
Факултет за природни и технички науки**

**University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia
Faculty of Natural and Technical Sciences**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 9
No 9

Година IX
Volume IX

Ноември 2015
November 2105

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

UDC 5 3 6

ISSN 8 6



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technology**

**ноември 2015
november 2015**

**ГОДИНА 9
БРОЈ 9**

**VOLUME IX
NO 9**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY

За издавачот:

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Кимет Фетаху
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Дејан Мираковски

Editorial staff

Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Мирјана Голомеова

Managing & Editor in chief

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

Јазично уредување

Даница Гавриловска-Атанасовска
(македонски јазик)

Language editor

Danica Gavrilovska-Atanasovska
(macedonian language)

Техничко уредување

Славе Димитров
Благој Михов

Technical editor

Slave Dimitrov
Blagoj Mihov

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Р. Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
R. Macedonia

СОДРЖИНА

Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН КАКО АЛТЕРНАТИВНА, ЕКОНОМИЧНА И ОСТВАРЛИВА ТЕХНОЛОГИЈА	7
Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Николинка Донева, Ванчо Аџиски ИСКОРИСТУВАЊЕ И ОСИРОМАШУВАЊЕ НА РУДАТА КАЈ РУДАРСКИТЕ ОТКОПНИ МЕТОДИ	19
Ванчо Аџиски, Дејан Мираковски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски МОДЕЛИРАЊЕ НА ПОЖАРНИ СЦЕНАРИЈА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА	29
Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска ОСКУЛТАЦИЈА НА ДРЕНАЖНИОТ СИСТЕМ И СИСТЕМОТ НА ЦИКЛОНИРАЊЕ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИК САСА - М. КАМЕНИЦА	49
Ivan Boev, Blazo Boev THE CRVEN DOL ARSENIC-THALIUM MINERALIZATION IN ALSAR DEPOST IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA	59
Орце Спасовски, Даниел Спасовски ПЕТРОГРАФСКО- МИНЕРАЛОШКИ И КВАЛИТАТИВНИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЕРМЕРИТЕ ОД НАОЃАЛИШТЕТО ЛЕКОВО	77
Војо Мирчовски, Ѓорги Димов, Тена Шијакова Иванова, Благица Донева, Ласте Ивановски ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА НА ПОДЗЕМНА ВОДА ВО СЕЛО К'ШАЊЕ ОПШТИНА КУМАНОВО, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	89
Горан Славковски, Благој Делипетрев, Благица Донева, Зоран Тошиќ, Марјан Бошков ГЕОФИЗИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГЕОЛОШКИ КОМПЛЕКС СО МЕТОДА НА ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ	101

Горан Алексовски, Марјан Делипетрев, Владимир Маневски, Горан Славковски, Зоран Тошиќ ИСТРАЖУВАЊЕ СО МЕТОДА НА СЕИЗМИЧКА РЕФЛЕКСИЈА	113
Зоран Тошиќ, Благој Делипетрев, Марјан Делипетрев, Марјан Бошков, Трајан Шолдов КОМПЛЕКСНА ИНТЕРПРЕТАЦИЈА ПОМЕЃУ СЕИЗМИЧКА РЕФРАКЦИЈА И ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ	123
Трајан Шолдов, Марјан Делипетрев, Владимир Маневски, Горан Славковски, Горан Алексовски КОРЕЛАЦИЈА ПОМЕЃУ ГЕОЕЛЕКТРИЧНО СОНДИРАЊЕ И КАРТИРАЊЕ ПРИ ДЕФИНИРАЊЕ НА ГЕОМЕХАНИЧКИ ПАРАМЕТРИ	133
Марјан Бошков, Крсто Блажев, Благој Делипетрев, Трајан Шолдов, Горан Алексовски СЕИЗМИЧКО ИСТРАЖУВАЊЕ НА ГЕОЛОШКА СРЕДИНА СО РЕФРАКЦИОНА МЕТОДА	143
Благица Донева, Ѓорги Димов СЕИЗМИЧНОСТ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА	155
Tena Sijakova-Ivanova, Blazo Boev, Vesna Zajkova-Paneva, Vojo Mircovski CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME DRINKING WATERS FROM EASTERN AND SOUTH-EASTERN MACEDONIA	165
Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев, Шабан Јакупи ПРИМЕНА НА ОПАЛИЗИРАН ТУФ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД РАСТВОР	179
Ivan Boev SCANNING ELECTRON MICROSCOPY STUDIES OF PARTICLES (PM-10) FROM THE TOWN OF KAVADARCI AND VILAGE VOZARCI , REPUBLIC OF MACEDONIA	187
Лидија Атанасовска, Дејан Мираковски, Марија Хаџи- Николова, Николинка Донева, Стојне Стоиловски ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА ГАСОВИ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО МЕТАЛУРГИЈАТА	197

Дејан Ангеловски, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева ТЕХНИКИ НА МОНИТОРИНГ НА ИЗЛОЖЕНОСТ НА ГАСОВИ НА ОТВОРЕН ПРОСТОР ВО УРБАНА СРЕДИНА.....	213
Агрон Алили, Борис Крстев, Софче Трајкова, Зоран Стоилов, Александар Крстев, Горан Стаменов ОТПАДНАТА БИОМАСА КАКО НОВ ИЗВОР ЗА ТОПЛИНСКА МОЌ – МОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВИ.....	233
Анита Андреевска Митровска, Мирјана Голомеова КОНТРОЛА НА МИРИЗБИ ОД ОТПАДНИ ВОДИ.....	245
Анита Андреевска Митровска, Мирјана Голомеова, Даниела Нелепа БЕЗБЕДНОСНИ АСПЕКТИ ОД УПРАВУВАЊЕ СО КОНВЕНЦИОНАЛНА ПОСТРОЈКА ЗА ТРЕТМАН НА ОТПАДНИ ВОДИ, СОГЛАСНО ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА ВО Р. МАКЕДОНИЈА	263
Agron Alili, Boris Krstev, Aleksandar Krstev, Goran Stamenov, Zoran Stoilov THE HAZARDOUS MEDICAL WASTE – TREATMENT TECHNOLOGIES, LOCATION AND ORIGIN.....	279
Кире Колев АНАЛИЗА И БЕНЕФИЦИИ ВО МЕНАЏМЕНТОТ НА СНАБДУВАЧКИ СИНЦИРИ ВО ИНДУСТРИЈАТА ЗА ТЕКСТИЛ.....	285
Кире Колев, Мише Милановски RFID ТАГИРАЊЕ НА ПРОДУКТИ ВО ТЕКСТИЛНАТА ИНДУСТРИЈА	293
Мише Милановски, Марјан Ивановски, Александар Крстев СЛЕДЕЊЕ НА ПРАТКИ СО RFID И GPS	301
Марјан Ивановски, Зоран Десподов, Борис Крстев, Мише Милановски, Александар Крстев ЛОГИСТИКА НА ПАТНИЦИ НА ДОМАШНИ АЕРОПРОМИ.....	313

Петар Намичев, Екатерина Намичева ОБЛИКУВАЊЕ НА ЕНТЕРИЕРОТ НА ГРАДСКАТА КУЌА ОД 19 ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА.....	329
Петар Намичев, Екатерина Намичева ДЕКОРАТИВНИ МОТИВИ ВО ЕНТЕРИЕРОТ НА ГРАДСКАТА КУЌА ОД 19 ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА	343
Васка Сандева, Катерина Деспот БОЈАТА КАКО НОСИТЕЛ НА ЕМОЦИИ И КАКО ГРАДИВЕН ЕЛЕМЕНТ ВО ДИЗАЈНОТ	357
Катерина Деспот, Васка Сандева ИНДУСТРИСКИ ДИЗАЈН ВО СОВРЕМЕНО ДОМУВАЊЕ НА СКАНДИНАВСКИ МОДЕРНИЗАМ.....	367
Стојне Стоиловски, Зоран Панов, Дејан Мираковски ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА СТАНДАРДОТ ЗА БЕЗБЕДНОСТ И ЗДРАВЈЕ ПРИ РАБОТА ОН SAS 18001:2007 СО ПРЕСМЕТКА НА РИЗИК НА РАБОТНО МЕСТО РАКУВАЧ СО ДИЗЕЛ УТОВАРИВАЧ ВО ЈАМА ВО РУДНИК „САСА“	377
Борче Везенков, Благој Голомеов, Зоран Панов, Александар Ресавски КАРАКТЕРИЗАЦИЈА НА ЦВРСТИОТ КОМУНАЛЕН ОТПАД.....	389
Александар Ресавски, Благој Голомеов, Борче Везенков МЕРКИ ЗА НАМАЛУВАЊЕ НА ЕМИСИИТЕ ОД СТАКЛЕНИЧКИ ГАСОВИ ВО МАКЕДОНИЈА ОД УПРАВУВАЊЕ СО КОМУНАЛЕН ОТПАД	401
Блажо Боев Project Proposal: Geological Heritage of the Republic of Macedonia as a Challenge for the Development of Geoparks	409

ПРИМЕНА НА ОПАЛИЗИРАН ТУФ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД РАСТВОР

**Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска¹,
Благој Голомеов¹, Борис Крстев¹, Шабан Јакупи¹**

¹ Факултет за природни и технички науки,
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
mirjana.golomeova@ugd.edu.mk

Апстракт

Во овој труд се прикажани резултатите од испитувањето на можноста за примена на опализиран туф, како природна суровина за отстранување на тешки метали (бакар, цинк, манган и олово) од водени раствори. Од направените експерименти се добиени резултати кои покажуваат дека при дадените работни услови отстранувањето на Cu и Pb јони е над 91%, на цинкови јони е над 81%, додека јоните на манган се отстранети околу 77%. Од ова може да се заклучи дека отстранувањето на испитуваните тешки метали со помош на опализираниот туф е прилично ефикасно.

Клучни зборови: *опализиран туф, тешки метали, адсорпција.*

REMOVAL OF HEAVY METALS FROM AQUEOUS SOLUTIONS USING OPALIZED TUFF

**Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska¹,
Blagoj Golomeov¹, Boris Krstev¹, Shaban Jakupi¹**

¹Faculty of Natural and Technical Sciences,
Goce Delcev University, Stip, Macedonia
mirjana.golomeova@ugd.edu.mk

Abstract

This paper presents the results of the examination of the possibility of applying opalized tuff, as a natural material, for the removal of heavy metals (copper, zinc, manganese and lead) from aqueous solutions. From the experiments are obtained results which show that under these operating conditions the removal of Cu and Pb ions is more than 91% of zinc ions is more than 81% and manganese ions are removed approximately 77%. Finally, can be concluded that the removal of investigated heavy metals using opalized tuff is effective.

Keywords: *opalized tuff, heavy metals, adsorption.*

1. Вовед

Со процесот на површинска или подземна експлоатација се нарушува природниот пат на подземните води со што доаѓа до дренирање на овие води во рудниците. Овие руднички дренажни води, заедно со водата којашто се користи во технолошкиот процес на преработката на минералната суровина и водата од јаловиштата спаѓаат во групата на индустриски отпадни води и може да бидат загадени со високи концентрации на растворени метали.

Со цел да се исполнат повеќе строги стандарди за квалитетот на животната средина, потребно е од загадените води да се отстранат тешките метали кои се многу токсични и не се биоразградливи.

Отстранувањето на тешките метали може да се постигне со помош на повеќе методи. Конвенционалните методи обично вклучуваат употреба на процеси, како што се: коагулација, преципитација, јонска размена, електрохемиски методи, екстракција, адсорпција итн. Меѓу овие методи, адсорпцијата во моментов се смета за многу погодна метода, бидејќи е едноставен и ефикасен процес. Најчесто користени адсорбенти за адсорпција на тешки метали се: активен јаглен (М. Кобуа, 2005), глинини

минерали (Ammann, 2003), биоматеријали (Yesim Sag, 2000), индустриски цврст отпад и зеолити (Achanai Buasri, 2008), (Alvarez-Ayuso, 2003), (E. Erdem, 2004), (Cabrera, 2005), (Afrodita Zendelska, 2014) (Shaban Jakupi, 2014), (M. Golomeova, 2014).

Во трудот се прикажани резултати од истражувањата за отстранување на јони на: бакар, олово, цинк и манган од синтетички подготвени раствори, со примена на опализиран туф.

2. Материјали и методи на работа

2.1. Карактеристики на опализираниот туф

Користена природна суровина е аморфен бел опализиран туф од Стрмош АД Рудници за неметали - Пробиштип, преработуван во фирмата Неметали - Чешиново, Република Македонија.

Опализираниот туф припаѓа во групата на пирокластични карпи. Лесен е и доста хигроскопен, доста е крт и дроблив и се одликува со голема порозност и висока термичка стабилност (Неметали Чешиново, 2015).

Хемискиот состав на опализираниот туф е даден во табела 1.

Табела 1. Хемиски состав на опализиран туф
Table 1. Chemical components on tuff

Хемискиот состав/ Chemical composition (%)	
SiO ₂	94,51
Al ₂ O ₃	4,04
Fe ₂ O ₃	0,12
CaO	0,25
MgO	0,07
K ₂ O	0,13
TiO ₂	0,06
Na ₂ O	0,09
NaO	0,25
загуби при жарење	1,48

Опализираниот туф во својот состав ги има следните минерали: тидимит, кристобалит, кварц, фелдспат и лимонит.

Физичките особини се дадени во табела 2.

Табела 2. Физички својства на опализиран туф
Table 2. Physical properties on tuff

Физички својства/ Physical properties	
Специфична тежина	2200 kg/m ³
Зафатнинска тежина	800 kg/m ³
Содржина на влага	3%
Порозност	17,89%
Специфична зафатнина на порите	0,098 m ³ /kg x 10 ⁻³

2.2. Експериментална процедура

Со опализираниот туф се направени прелиминарни испитувања со цел да се дојде до основни информации за неговата адсорпциона моќ, кои би послужиле за понатамошни детални испитувања. Експериментите се вршени при следните услови: 5 g опализиран туф, со крупност 0,8 – 2,5 mm, се додава во 400 ml еднокомпонентен раствор на метални јони (Cu²⁺, Zn²⁺, Mn²⁺, Pb²⁺), при почетна концентрација од 25 mg/l и при pH вредност 3.5. Растворот се меша 360 минути со брзина од 400 rpm, а потоа се оставаат да стојат до 1.440 min. Експериментите се изведувани на собна температура од 20±1°C. За да се следи промената на заостанатата концентрација на тешки метали во зависност од времето, земани се проби за анализа во следните интервали: 20, 60, 90, 120, 240, 360 и 1.440 min

Растворите се подготвувани со растворање на CuSO₄·5H₂O, ZnSO₄·7H₂O, MnSO₄·H₂O и Pb(NO₃)₂ во 1.000 ml редестилирана вода.

Хемискиот состав на растворите пред и по третманот е определуван со атомско-емисионен спектрометар со индуктивно спрегната плазма, AES- ICP, Agilent.

Разликата меѓу почетната и заостанатата концентрација на соодветните јони покажува колкава количина на јони од растворот е отстранета со помош на опализираниот туф.

Степенот на отстранување се пресметува според формулата:

$$RD\% = \left(1 - \frac{C_e}{C_0}\right) \cdot 100$$

каде што се:

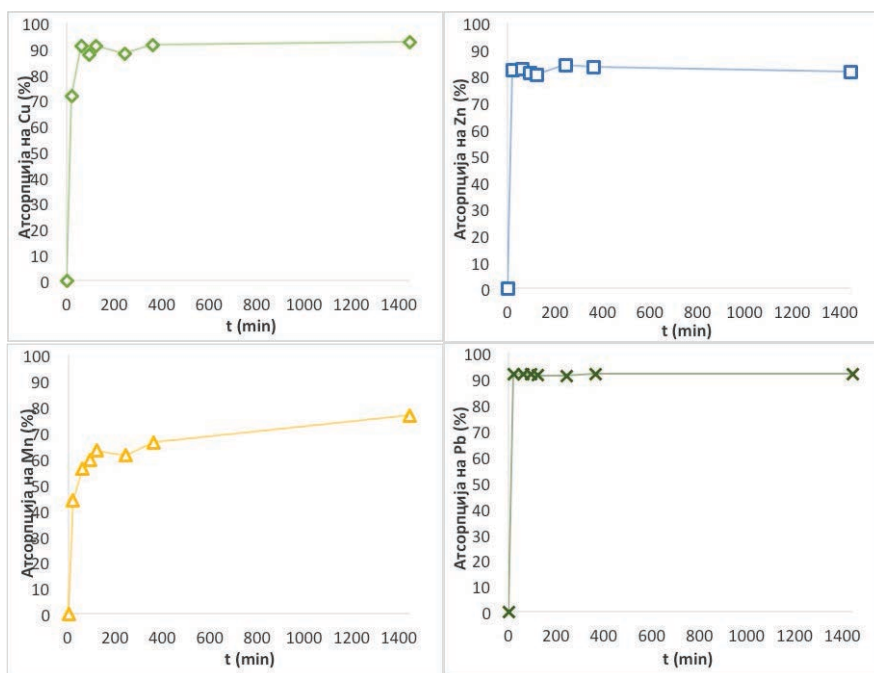
RD - степен на отстранување [%],

C₀- почетна концентрација на јони во растворот [mg/dm³] и

C_e- заостаната концентрација на јони во растворот [mg/dm³].

3. Резултати и дискусија

За да се види можноста за користење на опализираниот туф како атсорбент на тешки метали од синтетички подготвени раствор се извршени низа на експерименти. Добиените резултати се прикажани на сл. 1. Од резултатите може да се забележи дека отстранувањето на тешките метали со помош на опализираниот туф е прилично ефикасно. Отстранувањето на Cu и Pb јони е над 91%, на цинкови јони е над 81%, додека јоните на манган се отстранети околу 77%. Од добиените резултати е добиена и селективната серија на опализираниот туф за испитуваните катјони и таа е: $Pb^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Mn^{2+}$. Оваа селективна серија целосно одговара со серијата добиена според хидратниот радиус на овие метали.

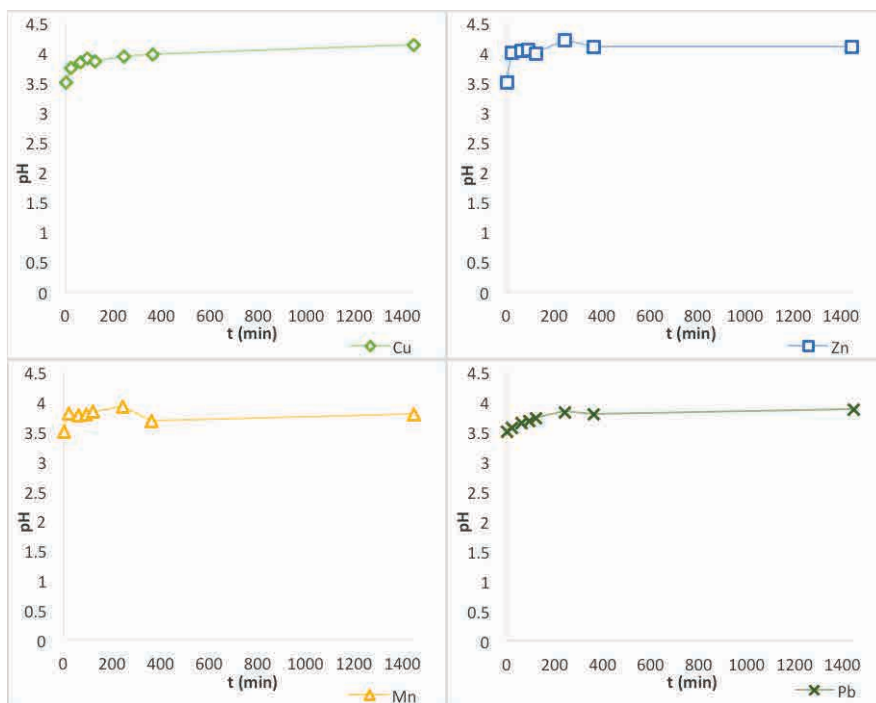


Слика 1. Атсорпција на тешки метали во раствор од страна на туф
Figure 1. Adsorption of heavy metals in solution by tuff

Отстранувањето на бакарот, цинкот, манганот и оловото со помош на опализиран туф во првите 20 до 60 минути е најголемо, поточно се јавува брза почетна атсорпција проследена со опаѓање на брзината. Оваа почетна фаза на брза атсорпција повеќе одговара на јонска размена во микропорите на површината на опализираниот туф.

Покрај мерењето на количината на тешки метали во растворите, мерена е и рН вредноста на растворот. Доколку H^+ јоните во растворот се разменуваат со Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} јоните од надворешната или од внатрешната површина на опализираниот туф во кисела до неутрална рН вредност (Doula, 2002), тогаш рН вредноста на растворот се зголемува, бидејќи H^+ јоните се отстранети од растворот. Атсорпцијата на H^+ јоните од опализираниот туф, исто така, резултира со намалување на атсорпцијата на тешките метали од растворот, бидејќи и H^+ јоните заедно со јоните на тешките метали ќе се натпреваруваат за достапните атсорпциони места на опализираниот туф.

Од мерењето на рН вредноста пред третманот и за секој интервал од третманот може да се забележи дека зголемувањето на рН вредноста е многу мало, поточно, почетната рН вредност се зголемува максимално од 3.5 до 4.0. Според ова не може да кажеме дека опализираниот туф има пуферна моќ.



Слика 2. Промена на рН вредност во раствор според атсорпција на тешки метали

Figure 2. Change in solution pH as adsorption of heavy metals proceeds

4. Заклучок

Опализираниот туф претставува природна порозна суровина.

Од испитувањата за можноста за користење на опализираниот туф како адсорбент на тешки метали, како што се: бакар, цинк, манган и олово, од синтетички подготвени раствор, се дојде до заклучок дека опализираниот туф е прилично ефикасна суровина за отстранување на овие тешки метали.

На почетокот се јавува брза почетна адсорпција проследена со опаѓање на брзината. Оваа почетна фаза на брза адсорпција повеќе одговара на јонска размена во микропорите на површината на опализираниот туф.

Од мерењето на рН вредноста пред третманот и за секој интервал од третманот може да се забележи дека зголемувањето на рН вредноста е многу мало, па според тоа не може да се каже дека опализираниот туф има пуферна моќ.

Користена литература

- [1] Achanai Buasri, N. C. (2008). Use of Natural Clinoptilolite for the Removal of Lead (II) from Wastewater in Batch Experiment. *Chiang Mai J. Sci.*, 35(3), 447-456.
- [2] Ammann, L. (2003). *Cation exchange and adsorption on clays and clay minerals*. Dissertation, Christian - Albrechts - Universität, Kiel.
- [3] Alvarez-Ayuso, E., Garcia-Sanchez, A., Querol, X., “Purification of metal electroplating waste waters using zeolites,” *Water Research*, 37, pp. 4855-4862, 2003.
- [4] Afrodita Zendelska, M. G. (2014). Equilibrium Studies of Zinc Ions Removal from Aqueous Solutions by Adsorption on Natural Zeolite. *Journal of Materials Science and Engineering A*, 4(7), 202-208.
- [5] Cabrera, C. G. (2005). Sorption characteristics of heavy metal ions by a natural zeolite. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 80, 477-481.
- [6] Doula, M. I. (2002). Copper adsorption and Si, Al, Ca, Mg and Si release from clinoptilolite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 245, 237-250.
- [7] E. Erdem, N. Karapinar, R. Donat, “The removal of heavy metal cations by natural zeolites,” *Journal of Colloid and Interface Science*, Volume 280, Issue 2, p. 309–314, 2004.
- [8] M. Kobya, E. D. (2005). Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone. *Bioresource Technology*, 96(13), 1518–1521.
- [9] M. Golomeova, A. K. (2014). Removal of Heavy Metals from Aqueous

- Solution using Clinoptilolite and Stilbite. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3 (11).
- [10] Shaban Jakupi, M. G. (2014). Влијанието на температурата врз останувањето на јони на со и пи од водени раствори со клиноптилолит. *Natural Resources and Technology*, 8(8), 95-104.
- [11] Yesim Sag, Y. A. (2000). Mass transfer and equilibrium studies for the sorption of chromium ions onto chitin. *Process Biochemistry* 36, 157-173.
- [12] *Неметали Чешиново*. (2015). Retrieved from <http://www.nemetali.mk/home.html>