

## SEPARATION OF Mn (II) IONS FROM WATER SOLUTIONS BY PERLITE

**Viktorija Bezhovska**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia  
[bezhovska@gmail.com](mailto:bezhovska@gmail.com)

**Erhan Mustafa**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia  
[erhanmustafa1978@gmail.com](mailto:erhanmustafa1978@gmail.com)

**Kiril Lisichkov**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia  
[klisickov@yahoo.com](mailto:klisickov@yahoo.com)

**Stefan Kuvendziev**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia

**Mirko Marinkovski**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia

**Katerina Atkovka**

Faculty of technology and metallurgy, University St. Cyril and Methodius, Skopje, Macedonia

**Abstract:** In this paper, investigations were carried out on the possibility of removing Mn (II) ions from aqueous solutions using expanded perlite. From the results obtained from the chemical analysis of the expanded perlite, it can be concluded that SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oxides dominate with 72.28% and 14.10%, respectively.

For the realization of the set goal during experimental research, the influence of the following parameters was examined: time of adsorption (0 – 180 min), amount of adsorbent (1 – 5g) on the percentage of the removal of Mn (II) ions and the efficiency of the adsorption process. The experiments were carried out in laboratory batch conditions at room temperature of 22 °C and continuous mixing mode.

**Keywords:** expanded perlite, adsorption, Mn (II) ions, adsorption efficiency

## СЕПАРАЦИЈА НА Mn(II) ЈОНИ ОД ВОДЕНИ РАСТВОРИ СО ПРИМЕНА НА ПЕРЛИТ

**Викторија Бежовска**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република  
Македонија [bezhovska@gmail.com](mailto:bezhovska@gmail.com)

**Ерхан Мустафа**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република  
Македонија [erhanmustafa1978@gmail.com](mailto:erhanmustafa1978@gmail.com)

**Кирил Лисичков**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република  
Македонија [klisickov@yahoo.com](mailto:klisickov@yahoo.com)

**Стефан Кувенциев**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје,

**Мирко Маринковски**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје,

**Катерина Атковска**

Технолошко – металуршки факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје,

**Резиме:** Во овој труд се вршени испитувања на можноста за отстранување на Mn(II) јоните од водени раствори со примена на експандиран перлит. Од резултатите добиени од хемиската анализа на експандираниот перлит може да се констатира, дека доминираат SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> оксиди со 72,28% и 14,10%, соодветно.

За реализација на поставената цел во тек на експерименталните истражувања, испитувано е влијанието на следните работни параметри: време на адсорпција (0 – 180 min), количество на адсорбент (1 – 5g) врз процентот на отстранување на Mn(II) јони и ефикасноста на процесот на адсорпција. Експериментите се изведувани во лабораториски шаржни услови на собна температура од 22°C и континуиран режим на мешање.

**Клучни зборови:** експандиран перлит, адсорпција, Mn (II) јони, ефикасност на адсорпција

## ВОВЕД

Денес, постојат поголем број на технолошки операции за отстранување на тешки метали од различни отпадни води. Некои од нив се конвенционални методи во кои јоните на металите се отстрануваат заедно со другите загадувачки материи, другите се во експерименталната фаза или сеуште не се користат во полн обем.

Развојот на евтини и ефикасни материјали и методи за прочистување на загадените води т.е. отстранување на тешките метали од нив е предмет на голем број истражувања насекаде низ светот. Денес на адсорпцијата, како метода за прочистување на водите од тешките метали и се посветува големо внимание бидејќи претставува едноставна, ефикасна и економична метода, која дава можност за примена на голем број природни и синтетички адсорбенти. Високата порозност, големата специфична површина како и ниската цена на чинење го прават експандираниот перлит погодна суровина за адсорпција на тешки метали од водени раствори.

Овој труд има за цел од научен и апликативен аспект да ги продлабочи знаењата од областа на отстранување на тешки метали од водени средини со примена на експандираниот перлит како природен адсорбент, што претставува актуелен проблем во современото еколошко инженерство. Во рамките на трудот се извршени истражувања за отстранување на јоните на манганот, од водени раствори. За таа цел најнапред се извршени неопходните испитувања за карактеризација на експандираниот перлит. Имајќи предвид дека отстранувањето на тешките метали зависи од поголем број работни услови, целта на овој труд е да се истражи влијанието на некои од нив, како што се: масата на експандираниот перлит и времето на одвивање на процесот на адсорпција.



Слика 1 Термички експандиран перлит

искористен стандарден раствор од  $Mn(NO_3)_2$  со концентрација од 1 g/l.

Карактеризацијата на квантитативниот хемиски состав на експандираниот перлит е изведена со рентгенска флуоресцентна анализа (XRF) со користење на XRF ARL 9900 XP апаратурата.

## Методи

Експерименталните испитувања се изведувани во шаржни услови се со цел добивање на податоци за определување на максималниот адсорпционен капацитет на применетиот адсорбент – експандиран перлит и за таа цел е испитувано влијанието на количината на адсорбент која се внесува во системот и времето на одвивање на процесот на адсорпција.

Постапката на реализација на експерименталните истражувања е започната со подготвување на моделниот раствор. За припрема на моделниот раствор со почетна концентрација на Mn(II) јони од 500  $\mu\text{g/l}$  е искористен стандарден раствор од  $Mn(NO_3)_2$  со концентрација од 1 g/l .

Испитувањето на адсорпционите карактеристики на перлитот во однос на мангановите јони е изведена со помош на шаржна адсорпција според следната процедура: во три стаклени чаши се ставаат по 2l

од моделниот раствор на Mn(II), се додава соодветната количина на атсорбент од 1, 3 и 5g. За целото време на одвивање на атсорпцијата растворот се меша на магнетна мешалка со 400 rpm во време до 180 min, без дополнително загревање на собна температура од 22°C, со цел да се задржи експандираниот перлит во суспензијата.

При изведувањето на процесот на атсорпција во одредени временски интервали од 5, 10, 20, 30, 60, 120, 150 и 180 од атсорпциониот систем со пипета земени се примероци кои се филтрирани и потоа се складираани во кивети.

Концентрациите на земените примероци од атсорпциониот систем се испитани со помош на атомски атсорпционен спектрофотометар (AAS).

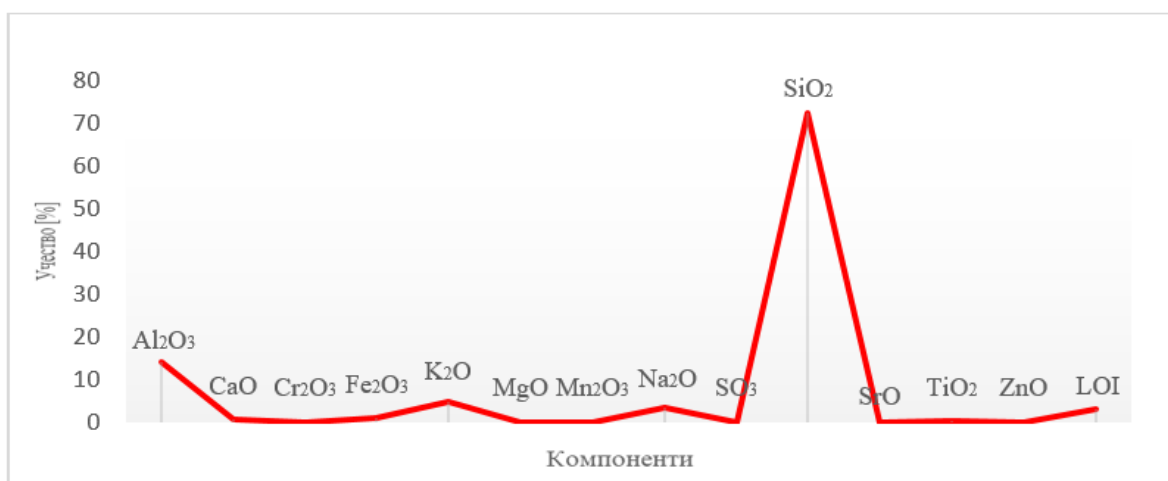
## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

### Карактеризација на материјал

Резултатите добиени од карактеризацијата на квантитативниот хемиски состав на експандираниот перлит со XRF се дадени табеларно и графички во табета 1 и сликата 2.

Табела 1 Хемиски состав на експандиран перлит

Компоненти	Удел (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,106
CaO	0,57
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,009
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,935
K <sub>2</sub> O	4,78
MgO	0,022
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,106
Na <sub>2</sub> O	3,435
SO <sub>3</sub>	0,111
SiO <sub>2</sub>	72,285
SrO	0,01
TiO <sub>2</sub>	0,204
ZnO	0,008
Загуба при жарење	3,22

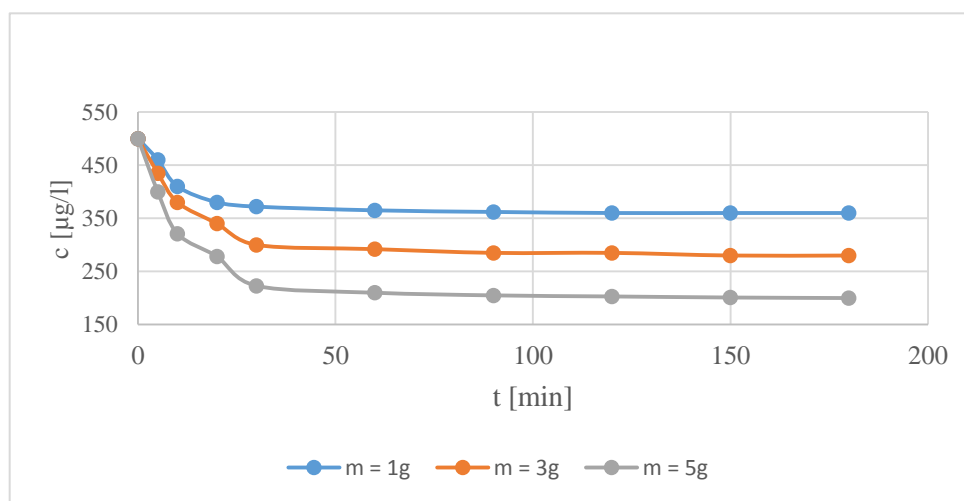


Слика 2 Рентгенска флуоресцентна анализа (XRF) на експандиран перлит

Анализирајќи ги табеларно и графички прикажаните резултати од извршената XRF анализа, потврдено е дека се работи за високосиликатен природен порозен материјал со најголемо присуство на  $\text{SiO}_2$  од 72,285% mass. По добиената анализа се гледа дека односот  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 5:1$ . Загубата при жарење (LOI) која изнесува 3,22%, потекнува од присутната хемиски врзана вода во порите на материјалот.

#### Влијание на времето на адсорпција врз степенот на отстранувањето на $\text{Mn(II)}$ јони

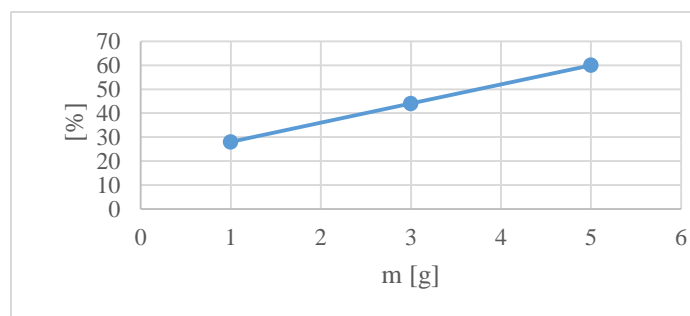
Слика 3 го прикажува ефектот на времето на контакт на адсорпцијата на  $\text{Mn(II)}$  јони при различни маси експандиран перлит (1, 3 и 5g) при почетната концентрација од 500  $\mu\text{g/l}$ . Отстранувањето на  $\text{Mn(II)}$  јони е брзо во почетната фаза на времето на контакт и постепено се намалува со текот на времето додека не се постигне рамнотежа. Брзата адсорпција забележана во текот на првите 30 мин која е резултат на изобилната достапност на активни места на површината на адсорбентот. Со постепено искористување на овие места, адсорпцијата станува помалку ефикасна. Се покажа дека времето на контакт потребно за постигнување на условите на рамнотежа е 60 min и во следните минути веќе има константа вредност на отстранување на  $\text{Mn(II)}$  јоните адсорпциониот систем.



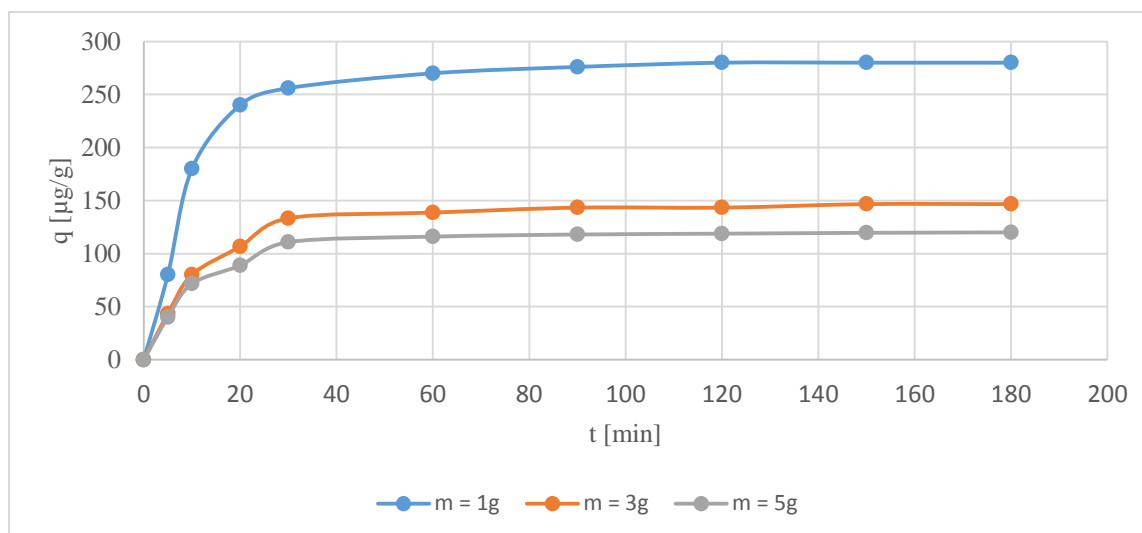
Слика 3 Зависност на отстранувањето на  $\text{Mn(II)}$  од времето на адсорпција

#### Влијание на масата на адсорбент врз отстранувањето на $\text{Mn(II)}$ јони

Ефектот од дозирањето на експандираниот перлит при отстранувањето на  $\text{Mn(II)}$  јони е даден на слика 4 и слика 5. Сликата 4 укажува на тоа дека процентот на отстранување на  $\text{Mn(II)}$  јони се зголемува со зголемување на количеството на адсорбентот. Процентите на отстранување се 28, 44 и 60% за адсорпциона доза од 1, 3 и 5 g, соодветно, како што е прикажано на слика 3. Ова треба да се очекува затоа што, за фиксирана почетна концентрација на растворот, зголемувањето на адсорбентната количина е обезбедена од поголема површина или места за адсорпција.



Слика 4 Влијание на масата на експандираниот перлит врз отстранувањето на  $\text{Mn(II)}$  јони



Слика 5 Експериментални рамнотежни податоци за Mn(II) јони

Од графичкиот приказ на зависноста на отстранувањето на Mn(II) јоните како функција од количината на атсорбентот и времето на контакт на сликата 5 може да се констатира дека со зголемување на масата на атсорбентот расте процентот на атсорбирано количество Mn(II) јони, но се намалува атсорбираното количество на метални јони врз единица маса од атсорбентот, бидејќи зголемената маса на атсорбент овозможува повеќе достапни места за атсорпција.

#### ЗАКЛУЧОК

Од направените анализи и табеларно и графички прикажаните резултати од извршената XRF анализа, потврдено е дека се работи за високосиликатен природен порозен материјал со најголемо присуство на SiO<sub>2</sub> од 72,285% mass. По добиената анализа се гледа дека односот SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 5:1. Загубата при жарење (LOI) која изнесува 3,22%, потекнува од присутната хемиски врзана вода во порите на материјалот.

Влијанието на масата на експандираниот перлит врз кинетиката на атсорпциониот процес за Mn(II) е испитувано во опсег од 1 до 5g. Резултатите покажаа дека со зголемување на масата на атсорбентот расте процентот на атсорбирано количество метални јони, но се намалува атсорбираното количество на метални јони врз единица маса на атсорбентот, бидејќи зголемената маса на атсорбент овозможува повеќе достапни места за атсорпција.

Испитуваната ефикасност на атсорпцијата на Mn(II) јони со користење на различна маса на експандираниот перлит укажува на тоа дека со зголемувањето на масата на перлитот се зголемува и ефикасноста на процесот. Максималното отстранување на Mn(II) јони е постигнато при маса од 5g и изнесува 60%.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Pichór W., Janiec A. Thermal stability of expanded perlite modified by mullite, *Ceramics Int.* 35, 527-530, 2009.
- [2] M. Dogan and M. Alkan, "Some physicochemical properties of perlite as an adsorbent," *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 13, no. 3, pp. 251-257, 2004.
- [3] M. Torab-Mostaedi, H. Ghassabzadeh, M. Ghannadi – Maragheh, S. J. Ahmadi, and H. Taheri, "Removal of cadmium and nickel from aqueous solution using expanded perlite," *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 27, no. 2, pp. 299-308, 2010.
- [4] Pollen, W. P. *The 2009 Minerals Handbook: Perlite [Advanced Release]*. Washington, DC: United States Geological Survey, 2009.

