

## სასმელი წყლის გამწმენდი მაღალი ქიმიური მდგრადობის მფილტრავი მასალის მიღების მეთოდი

გალოგრე გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი

*ანოტაცია. შემუშავებულია  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონებისაგან წყლის გამწმენდი ახალი ტიპის მფილტრავი მასალის -  $Fe^{3+}$  იონების შემცველი  $MnO_2$ -ით მოდიფიცირებული ცეოლიტის (კლინოპტილოლიტი) მიღების ორიგინალური მეთოდი, რომელიც ითვალისწინებს ცეოლიტის სტრუქტურაში იონმიმოცვლითი მექანიზმით ჩამჯარი  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონების არაპირდაპირ ელექტროქიმიურ დაქანგვას მედიატორული სისტემის  $NaCl - NaClO$ -ს გამოყენებით.*

*საკვანძო სიტყვები: ცეოლიტი, მანგანუმის დიოქსიდი, მოდიფიცირება.*

### შესავალი

$Mn^{2+}$  და რკინის ( $Fe^{2+}, Fe^{3+}$ ) იონებისაგან სასმელი წყლის გასაწმენდად ფართოდ გამოიყენება მფილტრავი მასალები, რომელთა მატრიცას წარმოადგენს ცეოლიტები, ხოლო აქტიურ კომპონენტებს - მატრიცის ზედაპირზე დაფენილი  $MnO_2$ . მსოფლიო ბაზარზე არსებული ამ ტიპის მფილტრავი მასალების დამზადების ტექნოლოგია წარმოადგენს კომერციულ საიდუმლოებას. სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოქვეყნებული ინფორმაციის კრიტიკული ანალიზის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ეფექტიანი მფილტრავი მასალის დასამზადებლად აუცილებელია გადაიჭრას მატრიცის ზედაპირზე მაღალი ქიმიური მდგრადობის  $MnO_2$ -ის მიღების პრობლემა, რაც გულისხმობს მატრიცის მოდიფიცირებას ზედაპირთან ქიმიურად ბმული (ქემოსორბირებული) და წყალში პრაქტიკულად უხსნადი  $MnO_2$ -ის ფენით.

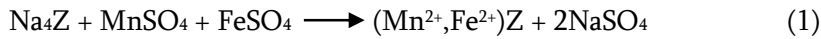
ცნობილია მფილტრავი მასალის -  $MnO_2$ -ით მოდიფიცირებული კლინოპტილოლიტის მიღების მეთოდი [1], რომლის თანახმადაც ცეოლიტის ჩონჩხში იონმიმოცვლითი გზით ჩამჯადარი  $Mn^{2+}$  იონების  $MnO_2$ -მდე დასაქანგავად გამოყენებულ  $KMnO_4$ -ის წყალხსნარში დაახლოებით 10-20 გ/ლ  $NaCl$ -ის თანაობისას იქმნება ცეოლიტის ზედაპირთან ქიმიურად ბმული  $MnO_2$ -ის წარმოქმნისათვის საჭირო პირობები.

ცნობილია, აგრეთვე,  $MnO_2$ -ის ნანობოჭკოს წყალში ხსნადობის შემცირების მეთოდი [2], რომლის თანახმადაც დადებითი ეფექტი მიიღწევა  $Fe^{3+}$  იონებით  $MnO_2$ -ის ნანობოჭკოს დოპირების გზით.

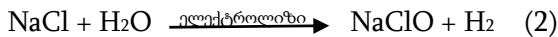
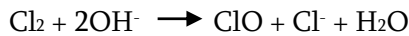
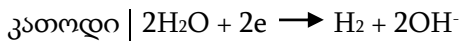
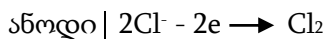
აღნიშნული მეთოდების გათვალისწინებით შემუშავებულია ახალი ტიპის მფილტრავი მასალის -  $Fe^{3+}$  იონების შემცველი  $MnO_2$ -ით მოდიფიცირებული ცეოლიტის (კლინოპტილოლიტი) მიღების ორიგინალური მეთოდი [3].

## სამუშაოს შინაარსი

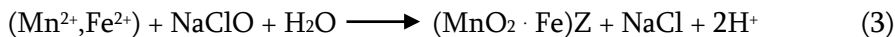
შემუშავებული ორიგინალური მეთოდის [3] არსი შემდეგში მდგომარეობს: პირველ სტადიაზე კლინოპტილოლიტი მუშავდება განსაზღვრული კონცენტრაციისა და მოლური შეფარდების  $MnSO_4$ -ისა და  $FeSO_4$ -ის წყალხსნარით, რის შედეგადაც იონმიმოცვლითი მექანიზმით მიიღება  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონებით მოდიფიცირებული კლინოპტილოლიტი. პროცესი სქემატურად შემდეგი განტოლებით გამოისახება:



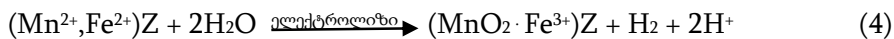
მეორე სტადიაზე მიმდინარეობს ცეოლიტის კარკასში ჩამჯდარი პრეკურსორების -  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონების არაპირდაპირი ელექტროქიმიური დაჟანგვა. პროცესი ტარდება ორ რეაქტორში, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ხსნარების ცირკულაციის ერთიანი ჩაკეტილი კონტურით. პირველ რეაქტორში - ელექტროლიზერში  $NaCl$ -ის წყალხსნარის ელექტროლიზით მიიღება ძლიერი დამჟანგავი  $NaClO$ ;



ელექტროლიზერიდან დამჟანგავი ხსნარი, რომელიც შეიცავს  $NaClO$ -სა და  $NaCl$ -ს, მიეწოდება დაჟანგვის რეაქტორს, სადაც მოთავსებულია  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონებით მოდიფიცირებული ცეოლიტი. რეაქტორში პრეკურსორების -  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონების დაჟანგვით მიიღება მიზნობრივი პროდუქტი -  $Fe^{3+}$  იონების შემცველი  $MnO_2$ -ით მოდიფიცირებული ცეოლიტი; ხოლო დაჟანგვის რეაქტორიდან გამომავალი  $NaCl$ -ის ხსნარი ბრუნდება ელექტროლიზერში.



რეაქციებს (2) და (3) შეჯამებით ვღებულობთ მფილტრავი მასალის დამზადების სქემატურ ჯამურ განტოლებას:



ამრიგად, შემუშავებულ ტექნოლოგიაში გამოყენებული არაპირდაპირი ელექტროქიმიური დაჟანგვის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ცეოლიტის კარკასში ჩამჯდარი  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  იონები იჟანგება არა უშუალოდ ანოდზე ელექტროქიმიურად (ამ პროცესის განხორციელება შეუძლებელია, რადგან ცეოლიტს არ აქვს ელექტრონული გამტარებლობა), არამედ ქიმიური დამჟანგავით  $NaClO$ -ით, რომელიც მიიღება  $NaCl$ -ის წყალხსნარის ელექტროლიზით. არაპირდაპირი ელექტროქიმიური დაჟანგვის პროცესი ხორციელდება ელექტროლიზერის გარეთ ანუ ე.წ. „ex cell“ რეჟიმში.

ჯამურ განტოლებაში (4) არ შედის მედიატორული სისტემის ორივე კომპონენტი -  $NaCl$  და  $NaClO$ . ისინი ურთიერთგარდაიქმნებიან და მათი ხარჯი თეორიულად ნულის ტოლია (ხარჯი განპირობებულია მხოლოდ მექანიკური დანაკარგებით). ცეოლიტის კარკასში ჩამჯდარი  $Mn^{2+}$  და  $Fe^{2+}$  დასაჟანგად იხარჯება მხოლოდ ელექტროლიზის ენერჯია.

არაპირდაპირი ელექტროქიმიური დაჟანგვის მეთოდი გულისხმობს  $NaCl$ -ის ორმაგი დანიშნულებით გამოყენებას: იგი წარმოადგენს ელექტროლიზით  $NaClO$ -ის მიღებისათვის საჭირო მედლეულს და ამავე დროს, განაპირობებს ქიმიურად ბმული  $MnO_2$ -ის ფენის წარმოქმნას. აღნიშნული ეფექტისა და აგრეთვე,  $Fe^{3+}$  იონებით დოპირების გზით  $MnO_2$ -ის წყალში ხსნადობის შემცირების ეფექტის ექსპერიმენტული დადასტურება აღწერილია სამუშაოში [4].

## ლიტერატურა

1. Тарасевич Ю.О., Поляков В.Е., Иванова З.Г. , Крысенко Д.А., «Получение и свойства Клиноптилолита, модифицированного диоксидом марганца.»//«Химия и технология воды» 2008, м.30; №2; ст. 159-169.
2. Huimin Chen, Lei Jin, Meidong Wang, Danny Xiao, David Reisner. «Reducing dissolution of MnO<sub>2</sub> nanofibers by doping with ferric ion»//«Science and Technology of Advanced Materials» 2007, 8, pp. 63-66
3. ჯ.შენგელია, გ.გალოგრე. «Fe<sup>3+</sup> იონების შემცველი მანგანუმის დიოქსიდით მოდიფიცირებული ცეოლიტის მიღების ხერხი», საქართველოს პატენტი - B 01 J 20/18; C 02 F 1/28,1/64;
4. ჯ.შენგელია, გ.გალოგრე. «სასმელო წყლის გაწმენდისათვის მაღალი ქიმიური მდგრადობის მანგანუმის დიოქსიდით მოდიფიცირებული ცეოლიტის მიღება და გამოცდა»//საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი; თბილისი, 2021, ტ.23.2(46), გვ.82-92.

## A METHOD OF OBTAINING FILTER MATERIAL OF HIGH CHEMICAL STABILITY FOR DRINKING WATER PURIFICATION

**Galogre G.**

*Technical University of Georgia, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, Tbilisi, Georgia*

**Absrtact.** *An original technology for obtaining a new type of filter material for purifying water from Mn<sup>2+</sup> and Fe<sup>2+</sup> ions – by MnO<sub>2</sub> modified zeolite (clinoptilolite) containing Fe<sup>3+</sup> ions has been developed, which provides for the indirect electrochemical oxidation of Mn<sup>2+</sup> and Fe<sup>2+</sup> ions trapped in the zeolite frame using the mediator system NaCl-NaClO.*

**Key words:** *zeolite, manganese dioxide, modification.*