

PURIFICAREA APEI CU NISIP ȘI ZEOLIT ACTIVAT ÎN STRAT MAGNETOFLUIDIZAT

Valeiu GONCIARUC^{1*}, Mircea BOLOGA², Oleg BOLOTIN³, Elvira VRABIE², Albert
POLICARPOV²

¹ Departamentul Alimentații cu Căldură, Gaze, Apă și Protecția Mediului, Facultatea Urbanism și Arhitectură,
Universitatea Tehnică a Moldovei

² Institutul de Fizică Aplicată

³ Institutul de Geologie și Seismologie

* Autorul corespondent: Gonciaruc Valeriu vgonciaruc@mail.ru

Rezumat: *The results of water purification with activated sand and zeolit in magnetofluidized layer are presented. The activation of sand and zeolit was carried out under the influence of an electromagnetic field in the environment of ferromagnetic particles, which, under the influence of the field, fluidize and turn into miniature mixers and crushers that effectively grind the substance to a homogeneous state. The results of the dispersion analysis of sand and zeolit after their grinding and activation in magnetically fluidized layer are presented. Also, the results of the IR spectroscopy analysis of sand and zeolit activated by the respective method are presented.*

Cuvinte cheie: *câmp electromagnetic, strat magnetofluidizat, zeolit, purificarea apei*

Introducere

Apele naturale conțin poluanți atât de origine naturală, cât și artificială. Purificarea acestor ape se efectuează prin metode diverse. Printre ele se află și tratamentul apei prin coagulare, folosind coagulanți care conțin aluminiu [1, 2]. Deși metoda este utilizată pe scară largă, îmbunătățirea ei continuă [3].

Purificarea apei de ioni de amoniu este foarte eficientă la utilizarea metodelor de sorbție cu zeoliți naturali [4, 5, 6].

Zeolitul este un mineral poros format din aluminosilicați hidratați, care are proprietăți excelente de absorbție și schimb de ioni, datorită cărora este utilizat la filtrarea apei. Elementul principal al filtrelor pentru purificarea apei de ioni de amoniu este clinoptilolitul. Conform compoziției sale chimice, clinoptilolitul este un zeolit de sodiu-potasiu cu o formulă tipică de oxid. Ca material filtrant clinoptilolitul poate filtra moleculele SO₂, H₂S, C₂H₆, CH₃OH, CO₂, CH₃NH₂, NH₃, N₂.

Se cunoaște utilizarea zeoliților naturali și a clinoptilolitului pentru defluorurarea apei [7].

Pentru sporirea proprietăților absorbante zeolitul este activat prin metode diverse cum ar fi: modificarea chimică și termică, modificarea mecanochimică [8, 9] etc. Actualmente pentru activarea superficială a zeolitului se aplică tot mai des prelucrarea mecanică. Măcinarea clasică și activarea mecanică implică utilizarea concasoarelor sub formă de mori centrifuge vibrante, planetare și dezintegratoare [10]. Procesele de dispersie au un caracter de activare [11], iar adâncimea transformărilor structurale depinde de tipul și intensitatea măcinării materialului. S-a demonstrat că activarea mecanică contribuie la generarea de defecte în rețeaua cristalină și poate fi un instrument eficient pentru îmbunătățirea proprietăților nisipului de cuarț [12].

În timpul măcinării suprafața specifică a zeolitului, precum și gradul lui de cristalinitate cresc. Totodată, cu cât ultimul indicator este mai mare, cu atât proprietățile de sorbție ale mineralului sunt mai bune. În plus, în timpul activării, componentele non-zeolitice sunt îndepărtate și concentrația fazei zeolitice crește. În procesul de activare mecanică, la nivelul rețelei cristaline este eliberată o structură cadru-cavitate deschisă. În acest caz, complexe hidroxile ale metalelor situate în cavități sunt distruse. Cationii liberi se deplasează de-a lungul

rețelei zeolirice și se leagă cu atomii de oxigen. Astfel, ca rezultat al activării mecanice a zeolitului sporesc proprietățile lui de absorbție, catalitice, schimbătoare de ioni etc.

S-a demonstrat eficacitatea activării cimentului portland în strat turbionar la producerea betonului expandant [13]. Aici, activarea mecanică se produce ca rezultat al măcinării materialului cu particule feromagnetice de formă cilindrică fluidizate în câmp electromagnetic rotativ.

Scopul cercetării este activarea nisipului și zeolitului în strat magnetofluidizat și oportunitatea utilizării lor la epurarea apei.

1. Metodologia de cercetare

Instalația experimentală (Fig.1) include un inductor de câmp electromagnetic, compus din miezul 1 și bobinele 2. În interiorul inductorului se amplasează o celulă 3 din inox, prevăzută cu două capace (în figură nu sunt prezentate), în care se află particulele feromagnetice 4 și materialul friabil 5. Ca particule feromagnetice s-au folosit bucăți din sârmă din oțel carbon cu

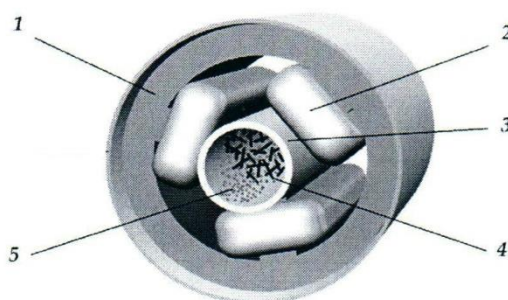


Figura 1. Scema instalației experimentale.

duritatea 3,5...4,0 Gpa, diametrul 2,5 mm. și raportul dintre lungimea și diametrul lor $l/d = 8$. În calitate de material friabil s-au activat nisipul și zeolitul din carierele locale.

Dispersia materialului activat s-a cercetat prin metoda de sitare. A fost utilizat setul de site: 0,063 → 0,25 → 0,4 → 0,63 → 1,0 → 1,6 mm.

Analiza spectroscopică în IR s-a efectuat pe un spectrometru IR-Fourier RE-100 Perkin-Elmer în regiunea 4000-650 cm^{-1} .

2. Rezultate și interpretarea lor

La acțiunea câmpului electromagnetic particulele feromagnetice 4 se magnetizează și încep să se miște rapid, lovindu-se cu pereții camerei 3 și ciocnindu-se între ele și cu produsul prelucrat 5. În cameră se formează stratul magnetofluidizat. În astfel de condiții, măcinarea zeolitului se intensifică și, odată cu aceasta, are loc și activarea lui. În doar câteva minute, este posibil de măcinat produsul la o fracțiune de milimetru. Activarea zeolitului se realizează prin procesele de măcinare, amestecare sub influența presiunii locale ridicate, vibrații acustice, tratament electromagnetic etc.

Analiza dispersiei zeolitului demonstrează, că la activarea lui în strat magnetofluidizat se produce o măcinare intensivă, care se manifestă prin creșterea fracțiunii de 0,063 și 0,25 mm., fracția inițială fiind 2-4 mm. Aceasta conduce la aceea, că suprafața specifică a materialului devine mai dezvoltată, ceea ce intensifică proprietățile lui de absorbție.

Spectrele în IR a zeoliților activați în strat magnetofluidizat (Fig.2) sunt caracterizate printr-o deplasare mică a unui șir de benzi principale în comparație cu spectrele probelor originale. Benzile de absorbție observate sunt atribuite la două tipuri de oscilații: primul sunt oscilațiile care caracterizează unitățile structurale primare $-\text{TO}_4$, unde T sunt cationii Si^{4+} , Al^{3+} , iar al doilea sunt oscilațiile tetraedrelor din legăturile externe. Prezența în spectre a benzilor de

absorbție caracteristică pentru zeolit indică faptul, că activarea în strat magnetofluidizat nu afectează tipul și natura legăturilor din structura mineralului. Modificarea zonei benzii de absorbție caracteristică oscilațiilor de deformare a legăturilor O-Si-O și Si-O-Si în tetraedre este asociată cu activarea mecanică a clinoptilolului. Cu creșterea duratei de activare, sporește și

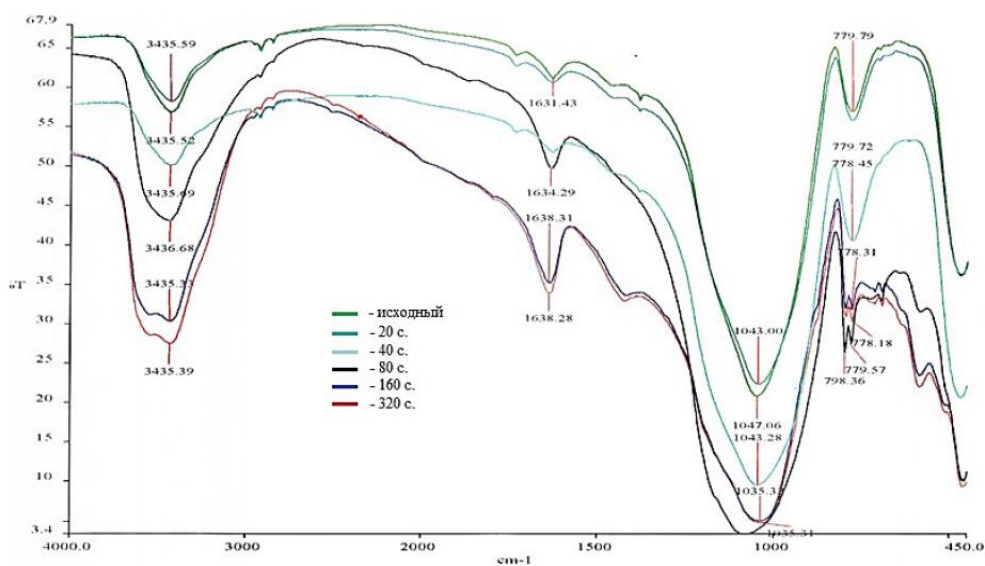


Figura 2. Spectrograma în IR a zeolitului activat în strat magnetofluidizat

gradul de tensiune asupra materialului, iar intensitatea transmiterii radiației scade până la dispariția benzilor de absorbție. Aceasta se datorează modificării structurii rețelei cristaline, probabil cu modificarea unghiurilor legăturilor O-Si-O din tetraedre, ceea ce duce la scăderea intensității vârfurilor de difracție și la dispariția parțială a acestora. Absența benzii de absorbție la frecvența de 960 cm^{-1} indică o cristalinitate ridicată și absența unei impurități de fază amorfă în compoziția tuturor zeoliților. Absența unei benzi de absorbție la $3720\text{-}3740\text{ cm}^{-1}$, corespunzătoare lui SiO_2 amorf indică, de asemenea, o cristalinitate ridicată și puritate de fază a tuturor probelor. Este cunoscut, că gradul de cristalinitate influențează direct proprietățile de absorbție a zeolitului.

Studiul proprietăților de absorbție a zeolitului activat în strat magnetofluidizat a fost efectuat în laboratorul stației de epurare a S.A. „Apă-Canal Chișinău”. Rezultatele verificărilor (Tab.1) demonstrează eficiența zeolitului activat ca material filtrant pentru purificarea apei.

Tabelul 1

Tratarea apei cu zeoliți

Indicile	Apa la intrarea stației de epurare	Apa după epurare în filtrul cu nisip	Apa după epurare în filtrul cu zeolit activat
pH apă	7,45	7,21	7,30
Transparența ,cm	2,75	24,5	> 35
Concentrația,mg/l:			
NH_4^+	14,6	8,5	0,64
NO_3^-	3,5	12,7	10,5
SO_4^{2-}	64,2	48	40,2
Cl^-	385	132	115
PO_4^{3-}	3,4	2,6	1,8
Fe_{tot}	0,5	0,24	0,13

Gama largă de sorbție – de la amoniac la cianuri (vezi tabelul) face ca utilizarea zeolitului să fie deosebit de eficientă și necesară în blocurile de tratare a sistemelor de captare a apei din oraș.

3. Concluzii

1. Activarea mecanică în strat magnetofluidizat este o metodă eficientă de măcinare și de sporire a proprietăților de sorbție a zeolitului.

2. Datorită procesării complexe în strat magnetofluidizat, se obține o activare calitativă a zeolitului, în urma căreia devine disponibil un sistem de cavități și canale cu un cadru de siliciu-aluminiu-oxigen în particule, care îmbunătățește proprietățile de sorbție a mineralului.

3. Analiza spectroscopică IR demonstrează, că la activarea în strat magnetofluidizat zeolitul își păstrează nivelul ridicat de cristalinitate a fazei de clinoptilolit. Modificările intensităților liniilor de reflexii de difracție și transformarea benzilor de absorbție indică o reorganizare survenită în substratul apă-cationic al clinoptilolitului, care nu afectează cadrul său de aluminosiliciu.

4. Utilizarea zeolitului activat în strat magnetofluidizat ca material filtrant îmbunătățește semnificativ parametrii fizici și chimici a apei purificate.

REFERINȚE:

1. Geimantsev S.V., Sychev A.V., Gandurina L.V. *Vodosnabzhtniye i sanitarnaya tekhika*. 2009. No.9. Pp. 17-20. (rus)
2. Geimantsev S.V., Gandurina L.V., Sychev A.V. *Vodosnabzhtniye i sanitarnaya tekhika*. 2012. No.4. Pp. 44-46. (rus)
3. Govorova Zh.M. *Obosnovaniye I razrabotka tekhnologiy ochistki prirodnykh vod, soderzhashchikh antropogennyye primesi* [Substantiation and development of purification technology of natural water, containing antropogenic impurities] Abstract of a PhD thesis. Moscow. 2004. 56 p. (rus)
4. Wen D., Tang X. Comparative sorbtion kinetic studies of ammonium onto zeolite. *J.Hazardous Mater.* 2006. Vol.133. Pp. 252-256.
5. Lei L., Li X., Zhang X. Ammonium removal from aqueous solution using microwave-treated natural Chinese zeolite. *Separ. and Purif. Technol.* 2008. Vol. 58. No.3. Pp.359-366.
6. Vassileva P., Voikova D. Investigation on natural and pretreated Bulgarian clinoptilolite for ammonium ions from aqueous solution. *J. Hazardous Mater.* 2009. Vol.170. No.2-3. Pp.948-953.
7. Jha V.K., Hayashi S. Modification on natural clinoptilolite for its NH_4^+ retention capacity // *Journal of Hazardous Materials*. 2009. Vol. 169. No.1-3. Pp. 29-35.
8. Dikii N.P., Medvedeva E.P., Fedorets I.D., Hlapova N.P., Lutsai N.S., Lyashko I.U.V., Medvedev D.V., Gavrik A.P. Termomodifikatsiya nanoporoshka klinoptililita. // *Visnik Harkiv. Un-tu*. No. 880. Ser. Fizichna „Yadra, chastinki, poleya”. 2009. T.44. Vol.4. Pp.84-90.
9. Luhanin M.V., Pavlenko S.I., Avvakulov E.G., Guseva A.A. *Teoreticheskie osnovy sozdaniya novykh maloenergoemkikh ognestoikikh stroitelinykh materialov iz vtorichnykh mineralinykh resursov s ispolizovaniem mekhanokhimi. M.*, 2007. 150 p.
10. Chaikina M.V. *Mekhanokhimiya prirodnykh i sinteticheskikh apatitov*. Novosibirsk. 2002. P.19.
11. Sarkisov Iu.S., Gorlenko N.P., Naumova L.B., Kudyakov A.I., Kopanitsa N.O. *Fiziko-khimicheskie osobennosti protsessov aktivatsii I modifitsirovaniya torfa v tekhnologii stroitelinykh materialov* // *Vestnik TGPU*. 2008. T. 78. Vyp.4. Pp. 26-30.
12. Prokopets V.S., Nadykto G.I. *Poluchenie aktivirovannogo mineralinogo poroshka iz kvartsevnykh peskov po dezintegratornoi tekhnologii* // *sb.tr.SibADI*. Omsk. 1997. Ch.1. Vyp.1. Pp. 114-121.
13. Filonov I.A., Iavrunean H.S. *Mekhanicheskaya aktivatsiya portlandtsementa v aparate vikhrevogo sloya*. // *Elektronnyi journal "Injenernyi vestnik Dona"*. 2012. No.3. Pp. 678-681