І. Б. Засідко¹, М. С. Полутренко², О. М. Мандрик²

¹Державне агентство водних ресурсів України, м. Київ, Україна

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦЕОЛІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Відомо, що забруднення природних і стічних вод важкими металами становить загрозу для питного та рибогосподарського водопостачання і актуальною є проблема їх очищення. Відомо багато методів очищення природних і стічних вод, проте високий рівень забруднення поверхневих вод вимагає вдосконалення наявних технологій водоочищення та пошуку нових. Перспективним є адсорбційний метод. Серед широкого спектра сорбентів для очищення природних і стічних вод від йонів важких металів, завдяки високій адсорбційній здатності, дедалі ширшого використання набувають природні сорбенти. Досліджено адсорбційну здатність цеоліту Сокирицького родовища залежно від його фракційного складу за 48 год. Встановлено, що адсорбційна здатність цеоліту збільшується зі зменшенням гранул сорбенту. З'ясовано, що в області малих концентрацій (0,05-0,1 мг/дм³) цеоліт повністю адсорбує йони купруму та мангану незалежно від розміру зерен сорбенту. Зі збільшенням концентрації йонів у розчині, ефективність сорбції знижується. Встановлено, що досліджуваний цеоліт проявляє вищу селективність з адсорбції до йонів купруму. Вибрано оптимальні параметри сорбції йонів Cu²⁺ та Mn²⁺ на основі результатів дослідження динаміки адсорбції в часі з розчинами купруму та мангану концентрації 0,05 мг/дм³, 0,1 мг/дм³ та 1 мг/дм³, з використанням фракції адсорбенту 0,125-0,5 мм. Досліджено вплив рН розчину на ефективність адсорбції йонів купруму та мангану природним цеолітом. Встановлено, що за статичних умов природний цеоліт найефективніше адсорбує йони важких металів у кислому середовищі.

Ключові слова: важкі метали; адсорбція; сорбент; адсорбційна здатність.

Вступ. Забруднення важкими металами природних вод та значний їх вміст в осадах стічних вод зумовлені неефективною роботою очисних споруд комунальних підприємств. Скид підприємствами-водокористувачами недостатньо очищених зворотних (стічних) вод призводить до накопичення токсикантів у гідробіонтах, гідрофітах і донних відкладах, внаслідок чого виникає реальна загроза для питного та рибогосподарського водопостачання. Серед забруднювачів води особливо небезпечними речовинами є важкі метали, що мають здатність до розкладання, затримуючи самоочищення води. Забруднюють воду важкими металами підприємства кольорової та металургійної промисловості, виробництва електронної промисловості, гальванічні виробництва, легка промисловість та ін. До особливо небезпечних важких металів належать сполуки купруму і мангану. Очистивши зворотні води від важких металів, отримаємо і чисті річки, і осади стічних вод, які зможуть використовуватися у сільському господарстві. В Україні, відповідно до нормативних документів, гранично допустима концентрація (ГДК) купруму у природній воді становить 1 мг/дм³, мангану – 0,1 мг/дм³. У водоймах рибогосподарського призначення ГДК для купруму та

мангану є значно нижчим і становить для купруму 0,001 мг/дм³, для мангану – 0,01 мг/дм³ (SanPiN, 1988; OBRV, 1990). В окремих річках Прикарпаття, зокрема Бистриці, Вороні, що протікають у промислових зонах, спостерігається значний, хоча і в межах ГДК, вміст купруму, а у підземній воді – значний вміст мангану. Так, у 2015 р. в річку Бистриця підприємствами скинуто 171 кг купруму, в річку Ворона – 72 кг купруму. Під час проведення досліджень води зі свердловин, що використовують як джерело питного водопостачання, зафіксовано концентрацію мангану, що перевищує ГДК у 10 разів (за даними Івано-Франківського обласного управління водних ресурсів). Високий рівень забруднення поверхневих вод вимагає вдосконалення наявних технологій водоочищення та пошуку нових ефективних методів їх очищення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед широкого спектра наявних методів очищення природних та стічних вод особливо ефективним та перспективним є адсорбційний метод. Це зумовлено тим, що за порівняно невеликих затрат вдається досягати високого ступеня очищення. Завдяки високій адсорбційній здатності серед відомих сорбентів дедалі ширшого викорис-

Інформація про авторів:

Засідко Ірина Богданівна, завідувач сектору. Email: zasidkoiryna@gmail.com

Полутренко Мирослава Степанівна, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри хімії. Email: polutrenkoms@gmail.com

Мандрик Олег Миколайович, д-р техн. наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи.

Email: o.mandryk@nunge.edu.ua

Цитування за ДСТУ: Засідко І. Б., Полутренко М. С., Мандрик О. М. Дослідження цеоліту для очищення природних і стічних вод комунальних підприємств. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 63–66.

Citation APA: Zasidko, I. B., Polutrenko, M. S., & Mandryk, O. M. (2017). Use of zeolite for cleaning of natural water and effluents of communal enterprises. Scientific Bulletin of UNFU, 27(5), 63–66. <https://doi.org/10.15421/40270513>

тання набувають природні сорбенти для очищення природних та стічних вод від іонів важких металів (Tsitcishvili et al., 1985). Серед великої кількості природних сорбентів значну увагу звертають на природні цеоліти, зумовлену особливостями своєї кристалічної структури та високими адсорбційними та іонообмінними властивостями (Kuliyeva et al., 2009; Breck, 1974; Mumpton, 1988).

Незважаючи на широке використання природних цеолітів для поглинання важких металів промислових стічних вод (Tsitcishvili et al., 1985; Scott, Kathleen, & Prabir, 2003; Streltsov, 1984; Yarema et al., 2010; Vasylynych, 2012), у літературних джерелах практично відсутні дані зі сорбції йонів важких металів природним цеолітом у стічних водах комунальних підприємств.

З огляду на це, **метою роботи** є дослідження впливу розміру зерен сорбенту, рН розчину, концентрації йонів купруму та марганцу на адсорбційну здатність природного цеоліту Сокиринського родовища, основною складовою частиною якого є клиноптилоліт, у статичних умовах.

Методика проведення експерименту. Для досліджень використовували цеоліт природної фракції з розмірами зерен 0,125-1 мм. Хімічний склад цеоліту (мас. ч.): SiO_2 – 70.21; Al_2O_3 – 12.27; Fe_2O_3 – 1.2; FeO – 0.55; TiO_2 – 0.14; MnO – 0.073; K_2O – 3.05; Na_2O – 1.77; CaO + MgO – 10.604. Фракційний склад природного цеоліту, що використовували в експериментальних дослідженнях, визначали розділенням на ситах з отворами діаметром 1; 0,5; 0,125 мм. Отримано 4 фракції: 1 фракція – діаметр зерен менше 0,125 мм і її частка у загальній масі цеоліту становить 36,2 %, 2 фракція – діаметр зерен від 0,125 до 0,5 мм, вона становить 57, 2 %, і ця фракція є основою цеоліту, 3 фракція – діаметр зерен від 0,5 до 1 мм і її частина – 4,5 % і четверта фракція діаметр зерен більше 1 мм – 2,1 %. Діаграму розподілу цеоліту за фракціями представлено на рис. 1.

Рис. 1. Діаграма розподілу цеоліту за фракціями

Визначення адсорбційної здатності цеоліту проводили на приготуєних із стандартних зразків розчинах нітрату купруму та нітрату марганцу концентрації 0,05; 0,1; 1; 5 та 10 мг/дм^3 оскільки такі значення концентрацій є гранично допустимими, найбільш характерними для природних та стічних вод регіону та максимальними із зафіксованих, відповідно до бази даних обласного управління охорони навколишнього природного середовища м. Івано-Франківська. На цих розчинах здійснено дослідження ефективності адсорбції йонів купруму та марганцу зернами цеоліту різного діаметра.

Дослідження адсорбційної здатності цеоліту проводили так: у конічні колби поміщали по 1 г адсорбенту і 250 см^3 розчину з йонами Cu^{2+} та Mn^{2+} . Отримані розчини перемішували і залишали у стані спокою, повторюючи такі операції через кожних 12 год. Через 48 год від початку дослідів розчини фільтрували через беззольний фільтр "синя стрічка" та виконували вимірювання фотометричним методом на приладі КФК-3-01 (табл. 1, 2), визначали рН вихідного розчину і фільтратів з допомогою рН-метра іономіра Експерт-001 (табл. 4).

Ступінь сорбції (поглинання) (S, %) йонів визначено за формулою

$$S = C_0 - C_i / C_0 \times 100\%,$$

де: C_0 – вихідна концентрація визначуваного йона в розчині, мг/дм^3 ; C_i – залишкова концентрація визначуваного йона в розчині, мг/дм^3 .

Результати експериментальних досліджень та обговорення. Визначення ступеня сорбції йонів купруму та марганцу проводили з використанням 1 та 2 г адсорбенту. Встановлено, що використання 2 г адсорбенту та фракції цеоліту з діаметром зерен менше 0,125 мм не доцільно, оскільки в досліджуваних розчинах утворюється незначна муть, яка заважає визначенню залишкової концентрації йонів купруму та марганцу, і тому всі досліді проводили з використанням 1 г адсорбенту. У табл. 1 та 2 наведено результати досліджень з визначення сорбційної здатності цеоліту від його фракційного складу за 48 год.

Табл. 1. Адсорбція цеолітом йонів купруму залежно від діаметра зерен цеоліту

№ з/п	Концентрація йонів Cu^{2+} у розчині, мг/дм^3	Залишкова концентрація йонів Cu^{2+} в розчині, мг/дм^3			
		вихідна фракція, 0,125-1 мм	діаметр зерен цеоліту 0,125-0,5 мм	діаметр зерен цеоліту 0,5-1 мм	діаметр зерен більше 1 мм
1	0,05	0	0	0	0
2	0,1	0	0	0	0
3	1	0,093	0,025	0,22	0,36
4	5	2,69	2,54	2,73	2,91
5	10	7,37	7,24	7,42	7,59

На основі експериментальних досліджень з використанням різних фракцій цеоліту встановлено, що сорбційна здатність цеоліту збільшується зі зменшенням гранул сорбенту. Так, зерна цеоліту розміром від 0,125 до 0,5 мм найефективніше адсорбують йони купруму та марганцу, і для подальших досліджень використовували саме цю фракцію цеоліту.

Табл. 2. Адсорбція цеолітом йонів марганцу залежно від діаметра зерен цеоліту за 48 год

№ з/п	Концентрація йонів Mn^{2+} у вихідному розчині, мг/дм^3	Залишкова концентрація йонів Mn^{2+} в розчині, мг/дм^3			
		вихідна фракція, 0,125-1,0 мм	діаметр зерен цеоліту 0,125-0,5 мм	діаметр зерен цеоліту 0,5-1,0 мм	діаметр зерен більше 1,0 мм
1	0,05	0	0	0	0
2	0,1	0	0	0	0
3	1,0	0,56	0,41	0,71	0,79
4	5,0	3,70	3,58	3,79	3,88
5	10,0	8,54	8,38	8,63	8,75

З'ясовано, що в області малих концентрацій (0,05-0,1 мг/дм^3) за 48 год (табл. 1 і 2) цеоліт повністю адсорбує йони купруму та марганцу незалежно від розміру зерен сорбенту. Зі збільшенням концентрації йонів у розчині, ефективність сорбції знижується. Так, кон-

центрація йонів купруму $1,0 \text{ мг/дм}^3$ через 48 год зменшилася на 97,5 %, концентрація $5,0 \text{ мг/дм}^3$ – на 50,8 %, а концентрація $10,0 \text{ мг/дм}^3$ – на 27,6 %. Щодо йонів мангану, сорбція є значно нижчою, зокрема: концентрація йонів мангану $1,0 \text{ мг/дм}^3$ за 48 год зменшилася на 59 %, концентрація $5,0 \text{ мг/дм}^3$ – на 28,4 %, а концентрація $10,0 \text{ мг/дм}^3$ – на 16,2 %. Порівняльний аналіз даних, наведених у табл. 1 і 2, показує, що досліджуваний цеоліт проявляє вищу селективність з адсорбції до йонів купруму. Підтверджується правило про те, що поглинання йонів важких металів зростає з ростом атомної маси та зменшенням радіуса йона. Оскільки атомна маса йонів купруму дорівнює 63,546 А. О.м., радіус йона – 72 пм, атомна маса йонів мангану – 54,93855 А. О.м., радіус йона 80 пм, тобто в йонів купруму більша атомна маса і менший радіус і тому вони легше адсорбуються цеолітом (Nekrasov, 1973).

Для встановлення оптимальних параметрів сорбції йонів Cu^{2+} та Mn^{2+} дослідили динаміку адсорбції в часі з розчинами купруму та мангану концентрації 0,05; 0,1 та 1 мг/дм^3 , додаючи в розчин 1 г адсорбенту з діаметром зерен 0,125–0,5 мм. Експериментально встановлено, що в області малих концентрацій (0,05–0,1 мг/дм^3) цеоліт повністю адсорбує йони Cu^{2+} та Mn^{2+} за одну годину. Зменшення часу адсорбції неможливе, оскільки розчин з цеолітом після перемішування освітлюється за одну годину і тільки тоді його можна використовувати для визначення залишкової концентрації йонів купруму та мангану.

Дещо інша картина спостерігається при сорбції йонів Cu^{2+} та Mn^{2+} з розчину концентрацією визначуваного йону $1,0 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 3).

Табл. 3. Динаміка адсорбції цеолітом йонів купруму та мангану з розчину концентрації 1 мг/дм^3

№ дослід- ду	Час адсорбції йонів Cu^{2+} , Mn^{2+} , год	Залишкова концентрація йонів, мг/дм^3	
		Cu^{2+}	Mn^{2+}
1	1	0,310	0,990
2	2	0,290	0,990
3	4	0,275	0,980
4	6	0,260	0,802
5	24	0,200	0,650
6	48	0,025	0,410

Аналізуючи залежності ступеня сорбції йонів від часу (рис. 2 і 3), можна стверджувати, що у випадку йонів купруму сорбція найактивніше проходить в першу годину, коли цеолітом адсорбується 69,0 % йонів Cu^{2+} . Далі швидкість сорбції знижується. Практично повної сорбції йонів Cu^{2+} (97,5 %) досягається за 48 год.

Рис. 2. Залежність ступеня сорбції йонів купруму від часу

У випадку сорбції цеолітом йонів Mn^{2+} спостерігалася дещо інша картина.

Аналіз отриманих даних на рис. 3 показав, що адсорбція йонів мангану відбувається важче. У перші три години адсорбується всього 1–2,0 % Mn^{2+} , через три години ступінь сорбції становить близько 20 % (19,8), а через 48 год йони Mn^{2+} адсорбуються всього на 59,0 %.

Рис. 3. Залежність ступеня сорбції йонів мангану від часу

Визначення впливу рН на здатність цеоліту поглинати йони купруму та мангану проводили на розчинах з концентрацією цих йонів 1 мг/дм^3 . Для цього заміряли рН вихідного розчину, що містить 1 г цеоліту і 250 см^3 розчину з іонами Cu^{2+} та Mn^{2+} , рН розчину після фільтрації через 48 год контакту з цеолітом та залишкову концентрацію йонів Cu^{2+} та Mn^{2+} . Такі дослідження проводили за рН 3,05; 6,9 та 10,4 для йонів купруму та за рН 3,0; 6,8 та 10,1 для йонів мангану, використовуючи 1N розчин NaOH для отримання лужного середовища. Результати досліджень наведено в табл. 4.

Табл. 4. Вплив рН середовища на адсорбцію цеолітом йонів купруму та мангану з розчинів концентрації $1,0 \text{ мг/дм}^3$

№ дос- ліду	Йони важких металів	рН розчинів	Залишкова концентра- ція йонів, мг/дм^3
1	Cu^{2+}	3,05	0,025
2	Cu^{2+}	6,9	1,0
3	Cu^{2+}	10,4	1,0
4	Mn^{2+}	3,0	0,41
5	Mn^{2+}	6,8	1,0
6	Mn^{2+}	10,1	1,0

Аналіз даних з табл. 4 показує, що за статичних умов природний цеоліт найефективніше адсорбує йони важких металів за низьких значень рН. У цьому разі аквайони Me^{2+} можуть ефективно обмінюватись з рухливими катіонами цеоліту. Зі збільшенням рН частка йонних гідроксокомплексів збільшується, йони металів у формі $\text{Me}(\text{OH})^{(n-1)+}$ мають значно більший радіус гідратованого йона і, як наслідок, недостатньо ефективно проникають у пори цеоліту. Це призводить до сповільнення внутрішньодифузійної стадії процесу адсорбції. У нейтральному та лужному середовищі, з появою гідроксильних форм, адсорбція Cu^{2+} та Mn^{2+} відсутня.

Висновки:

1. Встановлено можливість використання цеоліту Сокирицького родовища для очищення природних і стічних вод комунальних підприємств від йонів купруму та мангану.
2. З'ясовано, що в області малих концентрацій (0,05–0,1 мг/дм^3) за 48 год цеоліт повністю адсорбує йони купруму та мангану незалежно від розміру зерен сорбенту. Зі збільшенням концентрації йонів у розчині, ефективність сорбції знижується.
3. Експериментально встановлено, що ефективність сорбції цеолітом йонів купруму є значно вищою порівняно з йонами мангану.
4. Досліджено вплив рН розчину на ефективність адсорбції йонів купруму та мангану цеолітом Сокирицького родовища.

Перелік використаних джерел

- Breck, D. W. (1974). Zeolite molecular sieves : structure, chemistry, and use. *John Wiley & Sons*, 4, 23–29.
- Kuliyeva, T. Z., Lebedeva, N. N., Orbuh, V. I., Sultanov, C. A. (2009). *Natural zeolite – clinoptilolite identification*. Fizika, 34 p.

- Mumpton, F.A. (1988). Development of uses for natural zeolites: a critical commentary. In D. Kallo, H. S. Sherry (Eds.). *Occurrence, properties and utilization of natural zeolites*, (pp. 333–366). Budapest.
- Nekrasov, B. V. (1973). *Osnovy obshchei khimii* (Vol. 2). Moskva: Khimiia, 340 p. [in Russian].
- OBRV. (1990). *Uzahalnenyi perelik hranychnodopustymykh kontsentratsii (HDK) i oriientovno bezpechnykh rivniv vplyvu shkidlyvykh rehovyn dlia vody rybohospodarskykh vodoim*. Moskva, 280 p. [in Ukrainian].
- SanPiN. (1988). *Sanitarni Pravyly i normy okhorony poverkhnelykh vod vid zabrudnennia*, SanPiN 4630-88. Moscow. [in Ukrainian].
- Scott, M. A., Kathleen, A. K., & Prabir, K. D. (2003). *Handbook of zeolite science and technology*. CRC Press, 340 p.
- Streltsov, O. A. (1984). *Ispolzovanie klinoptilolita dlia uluchsheniia svoistv mineralnykh udobrenii*. Tbilisi: Metsniereba, 134 p. [in Russian].
- Teitishvili, G. V., Andronikashvili, T. G., Kirov, G. N., & Filizova, L. D. (1985). *Prirodnye tseolity*. Moskva, 360 p. [in Russian].
- Vasylynych, T. M. (2012). Doslidzhennia efektyvnosti ochyshchennia stichnykh vod vid ioniv khromu (III) na pryrodnykh sorbentakh. *Visnyk KhNU*, 4, 35–39. [in Ukrainian].
- Yarema, O. R., Malovanyi, M. S., Sakalova, H. V., Vasylynych, T. M. (2010). *Ochyshchennia stokiv vyrobnytstva shkiry vid ioniv khromu adsorbtsiieiu na pryrodnykh tseolitakh*. Kyiv: KNUTD, 164 p. [in Ukrainian].

И. Б. Засидко¹, М. С. Полутренко², О. М. Мандрык²

¹Государственное агентство водных ресурсов Украины, г. Киев, Украина

²Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Загрязнение природных и сточных вод тяжелыми металлами составляет угрозу питьевому и рыбохозяйственному водопотреблению, и проблема их очищения актуальна. Известно много методов очистки природных и сточных вод, но высокий уровень их загрязнения требует усовершенствования существующих технологий водоочистки и поиска новых. Перспективно использование адсорбционного метода. Среди большого количества сорбентов для очистки природных и сточных вод от ионов тяжелых металлов все больше используют природные сорбенты, которым свойственна высокая адсорбционная способность. Исследована адсорбционная способность природного цеолита Сокирицкого месторождения в зависимости от фракционного состава за 48 часов. Экспериментально установлено, что адсорбционная способность цеолита увеличивается с уменьшением гранул сорбента. Установлено, что в области малых концентраций (0,05-0,1 мг/дм³) за 48 часов цеолит полностью адсорбирует ионы меди и марганца независимо от размера зерен сорбента. С увеличением концентрации ионов в растворе, эффективность сорбции снижается. Установлено, что эффективность сорбции цеолитом ионов меди значительно выше по сравнению с ионами марганца. Проведено исследование динамики адсорбции во времени с растворами меди и марганца концентраций 0,05 мг/дм³, 0,1 мг/дм³ и 1 мг/дм³. При этом использовали фракцию адсорбента 0,125-0,5 мм. На основании результатов выбраны оптимальные параметры сорбции ионов Cu²⁺ и Mn²⁺. В статических условиях исследовано влияние pH раствора на эффективность адсорбции ионов меди и марганца природным цеолитом. Установлено, что наиболее эффективно цеолит адсорбирует ионы тяжелых металлов в кислой среде.

Ключевые слова: тяжелые металлы; адсорбция; сорбент; адсорбционная способность.

I. B. Zasidko¹, M. S. Polutrenko², O. M. Mandryk²

¹ State Agency of Water Resources of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

USE OF ZEOLITE FOR CLEANING OF NATURAL WATER AND EFFLUENTS OF COMMUNAL ENTERPRISES

Pollution of natural water and effluents by heavy metals has become dangerous for drinking water supply and fish industry, and the problem of cleaning of thereof is urgent. As a result of cleaning return waters from heavy metals, we shall receive clean rivers and waste water mud that will be possible to use in agriculture. There are many cleaning methods for natural water and effluents, however, the high degree of surface waters pollution demands improvement of existing technologies of water cleaning and search of new ones. Adsorption is a perspective method. Among the wide range of sorbents for natural water and effluents cleaning from ions of heavy metals, natural sorbents become more and more commonly used due to their high adsorption capacity, in particular, natural zeolite. Adsorption capacity of zeolite is caused by the peculiarities of crystal structure and ion exchange properties. In our research, we have used zeolite of Sokyrytske field of natural fraction with grain size of 0,125-1 mm. As in some rivers of pryncarpattia were detected the ions of cuprum and mangan and they belong to especially dangerous heavy metals, we investigated the possibility of their adsorption. Determination of adsorption capacity of zeolite was carried out on the prepared standard samples of copper nitrate and mangan nitrate solutions with concentration of 0,05 mg/dm³, 0,1 mg/dm³, 1 mg/dm³, 5 mg/dm³ and 10 mg/dm³ as such concentration values are maximum allowed and the most common for natural water and effluents of the region and maximum of recorded, according to the database of regional Department of Environmental Safety of Ivano-Frankivsk. In our work, we have investigated the adsorption capacity of zeolite depending on its fractional composition during the period of 48 hours. It has been established that adsorption capacity of zeolite increased as sorbent granules decreased. We have elucidated that in the areas of low concentrations (0,05-0,1 mg/dm³) zeolite completely adsorbs cuprum and mangan ions irrespectively of sorbent granules dimensions. In case of increase of ion concentration in solution, the adsorption efficiency decreases. It has been established that zeolite studied demonstrates higher adsorption selectivity towards cuprum ions. We have selected the optimal parameters of Cu²⁺ and Mn²⁺ ions adsorption based on adsorption time dynamics of cuprum and mangan solutions with concentration of 0,05 mg/dm³, 0,1 mg/dm³ and 1 mg/dm³ using adsorbent fraction of 0,125 -0,5 mm. We also have investigated the influence of solution's pH on adsorption efficiency of cuprum and mangan ions by natural zeolite. It has been established that under static conditions the natural zeolite the most effectively adsorbs the ions of heavy metals in acid environment.

Keywords: heavy metals, adsorption, sorbent, adsorption capacity.