

2 кесте – Үлгілердің беріктілік сипаттамалары

Физико-механикалық қасиеттері	Органикалық байланыстырғыш заттармен күшейтілген топырақтың стандарттарына сәйкес	Үлгілер
Сумен қаныққан үлгілердің қысым кезіндегі беріктік шегі, кем емес, Па	20-10	21
Сумен қаныққан үлгілердің иілуі кезіндегі созылуына беріктік шегі, кем емес, Па.	2	1,8
Иілу кезінде созылуына жарамды кернеулер, Па	1	1,3
Суыққа төзімділік коэффициенті, кем емес	0,65	0,67

### Қорытынды

Мұнаймен ластанған топырақты, мұнай шламын өңдеуге арналған заманауи технологиялар мәселесіне қатысты бұл процесс қоршаған ортаға тікелей немесе ішінара зиян келтіреді. Зиянды заттардың бір бөлігі қоршаған ортаны ластайтын, атмосфераға зиянын тигізетін мұнай шламын қайта өңдеудің булану секілді эволюциялық әдістерін жүргізу қажет.

Алынған топырақбетон қоспасы құрылыс материалы ретінде және автомобиль жолдарының негіздерін салу үшін пайдаланылуы мүмкін. Қоршаған ортаны қорғаудың топырақ қорғау саласындағы маңызды міндеттерінің бірі – мұнай өңдеу қалдықтарын игеруді табысты шешеді. Осылайша, құрылыс материалдарының толтықтырғыш қоспасы ретінде синтетикалық волластонитті қолдану оның сапасын жақсартуға мүмкіндік береді, қысым кезіндегі беріктігін күшейтеді, суыққа төзімділік коэффициентін арттырады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Саулебекова А.К. Экологическое состояние нефтезагрязненных почв различных место-

рождений Атырауской области: автореф...канд. биол.наук:03.0016.-А., Каз. НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова, 2007. – 21 с. – 0407РК0105.

2. Кураков А.В., Тыныбаева Т.Г. Мониторинг загрязнения почв и насыпных грунтов площадок с оборудованием на газонефтяном месторождении Северные Бузачи (Казахстан) // Доклады Московского общества испытателей природы (МОИП), 2007. - Т. 40. - С. 50-60.

3. Бобович Б.Б. Транспортирование, сжигание и захоронение отходов: учебное пособие. – М.: М-во общ и проф. образования РФ, Моск. гос. индустр. университет, 1998. – 235с.

4. Жаров О.А. Современные методы переработки нефтешламов//Экология производства. - 2004. - №5. - С. 43-51.

5. Джусипбеков У.Ж., Ергожин Е.Е., Нургалиева Г.О., Баяхметова З.К., Жумасил Е., Дуйсенбай Д., Орынтаева Ж.А. Получение различных материалов из нейтрализованного замазученного грунта// Химический журнал Казахстана, 2013. - №1(41). –С.39-47.

6. Панина А.А., Губайдуллина А.М., Корнилов А.В. Применение природного волластонита в качестве добавки – наполнителя портланд-цемента // Вестник Казанского технологического университета, 2011. - №1. – С. 25-35.

ӘОЖ 661.183.1  
ГТАМР 31.25.15

## АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНАН СУДЫ ТАЗАЛАУҒА АРНАЛҒАН ВЕРМИКУЛИТТИ СОРБЕНТ

М.Қ. ҚҰРМАНАЛИЕВ<sup>1</sup>, Ж.Т. ЖАНАБАЕВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: jadira\_jjt@mail.ru

Бұл мақалада жүргізілген зерттеулер нәтижесінде сулы ерітінділерден статикалық режимде вермикулитті сорбент арқылы мыс иондарын бөлудің оңтайлы шарттары белгіленген. Сорбцияны рН 4-7 аралығында жүргізіледі. Табиғи вермикулиттің ең жоғарғы сорбциялық сыйымдылығы мыс иондарына (II) қатысты 1,024 ммоль/г құрайды. Қосытылған

*вермикулиттің табиғи вермикулитпен салыстырғанда төмен алмасу сыйымдылығына ие екендігі көрсетілген.*

Негізгі сөздер: ион алмасу, суды тазалау, вермикулит, статикалық режим, зерттеу.

## ВЕРМИКУЛИТОВЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*М.К. КУРМАНАЛИЕВ<sup>1</sup>, Ж.Т.ЖАНАБАЕВА<sup>1</sup>*

(<sup>1</sup>Алматынський технологический университет, Алматы, Казахстан)

E-mail: jadira\_jjt@mail.ru

*В данной статье приведены результаты проведенных исследований по установлению оптимальных условий сорбции ионов меди из водного раствора в статическом режиме на вермикулитовом сорбенте. Сорбцию необходимо проводить в интервале pH 4-7. Максимальная сорбционная емкость природного вермикулита по отношению к ионам меди (II) составляет 1,024 ммоль/г. Показано, что вспученный вермикулит обладает низкой обменной емкостью по сравнению с природным вермикулитом.*

Ключевые слова: ионный обмен, очистка воды, вермикулит, статический режим, исследование.

## VERMICULITE SORBENT FOR WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS

*M. KURMANALIEV<sup>1</sup>, ZH. ZHANABAYEVA<sup>1</sup>*

(<sup>1</sup>Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: jadira\_jjt@mail.ru

*This article presents the results of the studies established optimal conditions for the release of copper ions from an aqueous solution in a static mode on a vermiculite sorbent. Sorption should be carried out in the pH range 4-7. The maximum sorption capacity of natural vermiculite in relation to ions of copper (II) is 1,024 mmol/g. It is shown that the exfoliated vermiculite has a low exchange capacity compared to the natural vermiculite.*

Key words: ion exchange, water purification, vermiculite, static mode, research.

### *Кіріспе*

Ақаба суларды ауыр металл иондарынан тазарту мәселесі қазіргі уақытта өте өзекті. Ондай суларды тазартудың ең тиімді тәсілдерінің бірі сорбциялық әдіс болып табылады. Табиғи және жасанды материалдар негізінде алынатын белгілі сорбенттер (белсендірілген көмірлер, цеолиттер, силикагельдер) ауыр метал иондарын тазалау үшін әрдайым жеткілікті тиімді емес. Осыған байланысты суды ауыр металл иондарынан тазарту үшін табиғи материал негізінде тиімді және арзан сорбентті әзірлеу аса өзекті мәселе болып табылады [1,2].

Осы жұмыстың мақсаты Түркістан облысы Құлантау кен орнының вермикулит

сорбентімен статикалық режимде су ерітіндісінен мыс иондарын бөлудің оңтайлы шарттарын белгілеу болды.

Қойылған міндеттерге қол жеткізу үшін келесі міндеттер шешілді:

- адсорбция процесінің тепе-теңдік сипаттамаларын анықтау;
- Ленгмюр адсорбциясы моделінің қолданылуын зерттеу;
- ақаба суларды мыс иондарынан тазарту үшін вермикулитті пайдалану мүмкіндігін бағалау.

### *Зерттеудің нысандары мен әдістері*

Мыс (II) иондарының сорбенті ретінде Құлантау кен орнының вермикулитінің үлгі-

лері алынды: табиғи вермикулит және қосытылған вермикулит.

Вермикулиттегі мыс (II) иондарының сорбциясын зерттеу статикалық жағдайда стандартты сульфат ерітіндісінде (1 мг/мл) жүргізілді. Тұз түріндегі 1 г сорбентке (NaCl ерітіндісімен өңделген) 50 мл ерітінді құйылды. Сорбенттің ерітіндімен байланысы тепе-теңдік орнатылғанға дейін 1 тәулік бойы жалғасты. Содан кейін сорбент және ерітіндіні бөліп, мыс иондарының болуына анализ жасалынды және ортаның рН мәні өлшенді. Мыс катиондарының концентрациясы КФК-3 спектрофотометрінде фотометриялық әдіспен анықталды [3].

#### Нәтижелері және оларды талқылау

Мыс (II) иондарының сорбенті ретінде Түркістан облысындағы Құлантау кен орнының табиғи вермикулиті таңдалды. Минерал қатпарлы силикаттар класына жатады, 100 % балқығыш, оның құрамы - Mg, (Mg, Fe)<sub>3</sub>, [Al<sub>3</sub>SiO<sub>10</sub>]\*(OH)<sub>2</sub>\*4H<sub>2</sub>O.

Қазақстанда вермикулит пен оның негізіндегі материалдар өндірісі енді дами бастады. Оның ерекше ерекшелігі - көлемде бірнеше рет ұлғая отырып, күйдіру кезінде қопсу қабілетіне ие. Сондай-ақ, жұмыста қосытылған сорбенттің сорбциялық белсенділігі зерттелді.

Біз табиғи сорбент вермикулитте мыс (II) иондарының сорбцияға тәуелділігін статикалық жағдайларда сорбентпен жанасу уақытына, бастапқы ерітіндінің концентрациясына, ортаның рН мәніне және тазартылатын ерітіндінің шығынына зерттеу жүргіздік.

Алынған эксперименталды мәліметтер бойынша мысқа (II) (ммоль/г) тұз түріндегі вермикулиттің статикалық сыйымдылығы есептелді:

$$C_{AC} = \frac{C_0 - C_p}{m} \cdot V, \quad (1)$$

таралу коэффициенті  $K_d$ , мл / г

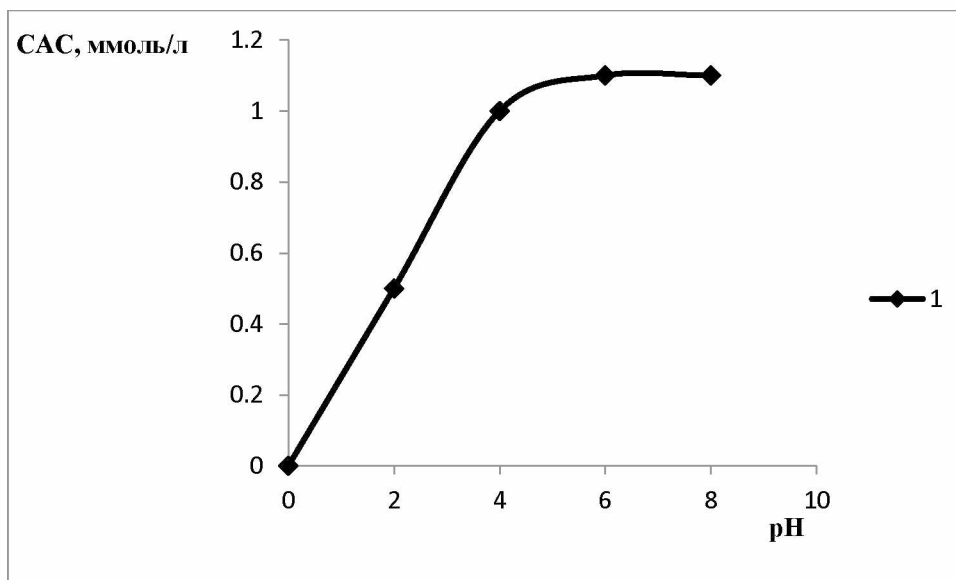
$$K_d = \frac{C_0 - C_p}{C_p \cdot m} \cdot V, \text{ мл / г} \quad (2)$$

және сорбция дәрежесі  $\alpha$  (%)

$$\alpha = \frac{C_0 - C_p}{C_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

мұнда  $C_0$  - бастапқы ерітіндідегі мыстың концентрациясы, ммоль/мл;  $C_p$  - ерітіндідегі алынатын ионның тепе-теңдік (қалдық) концентрациясы, ммоль/мл;  $V$  - ерітінді көлемі, мл;  $m$  - сорбенттің массасы, г.

Сорбенттің беттік топтарымен сорбаттың ионды алмасуының толықтығы ерітіндінің рН мәнін таңдауына байланысты екені белгілі, сондықтан ортаның қышқылдығының мыс иондарын бөлудің толықтығына әсерін тексеру жүргізілді. Эксперимент нәтижелері 1-суретте көрсетілген.



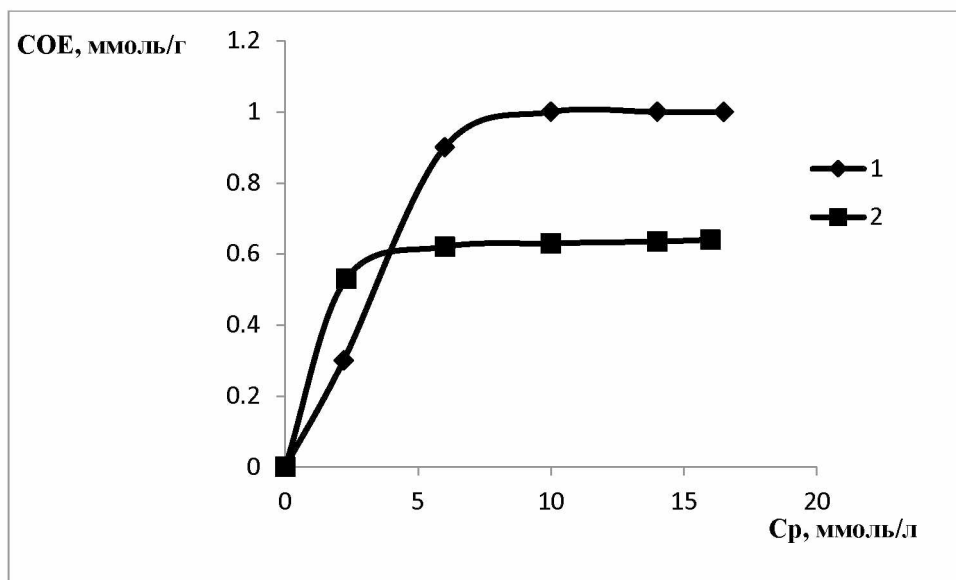
Сурет 1 - 25°C кезінде бастапқы вермикулиттегі мыстың сорбциясына ерітіндінің рН әсері.

Сурет бойынша максималды сорбциялық сыйымдылық рН мәні 4-тен 7-ге дейін жетеді. рН мәні 7-ден жоғары көтерілген кезде гидролиз салдарынан ерітіндінің бұлдыр-

лануы және мыстың негіздік тұздарының пайда болуы байқалады. рН мәні 3 кезінде сорбциялық белсенділіктің төмендеуі байқалады, шамасы, бұл жоғары қышқылды ортада вер-

микулит құрылымының бұзылуына байланысты. Осылайша, сорбция үшін оңтайлы рН мәні 4-7 ерітіндісі болып табылады. Сорбциялық қасиеттердің одан арғы барлық зерттеулері рН 5 ортасында жүргізілді.

Вермикулиттің сорбциялық қасиеттерін сипаттайтын параметрлерді анықтау үшін мыс сульфатының су ерітіндісінен мыс (II) иондарының сорбция изотермасы алынды (2-сурет.).



Сурет 2 - 25°C кезінде бастапқы(I) және қопсытылған вермикулиттің сорбентіндегі мыс(II) иондарының сорбция изотермасы

Алынған изотерманың түрі Ленгмюр сорбция моделіне сәйкес келеді:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{K C_p}{K C_p + 1} \quad (4)$$

мұнда  $\Gamma$  -  $\text{Cu}^{2+}$  вермикулит иондарымен концентрациясы кезіндегі адсорбция сыйымдылығы,  $\Gamma_{\infty}$ -шекті адсорбция шамасы,  $K$  - адсорбциялық тепе - теңдік константасы;  $C_p$ -тепе-теңдік жүйедегі адсорбат концентрациясы, ммоль/мл.

Ленгмюр изотермасының сорбциясының тепе-теңдік сипаттамаларын бағалауды оны линеарландырғаннан кейін жүргізуге болады. Теңдеу бойынша сорбция изотермасының линеарлануы:

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty} K} \cdot \frac{1}{C_p} + \frac{1}{\Gamma_{\infty}} \quad (5)$$

Ленгмюр теңдеуінде  $\Gamma_{\infty}$  және  $K$  шамаларын графикалық түрде анықтауға мүмкіндік береді.

Бұл теңдеуді түзу теңдеуімен салыстыра отырып

$$y = kx + b, \quad (6)$$

аламыз, ол түзудің ордината өсін кескендегі кесінді болып табылады:

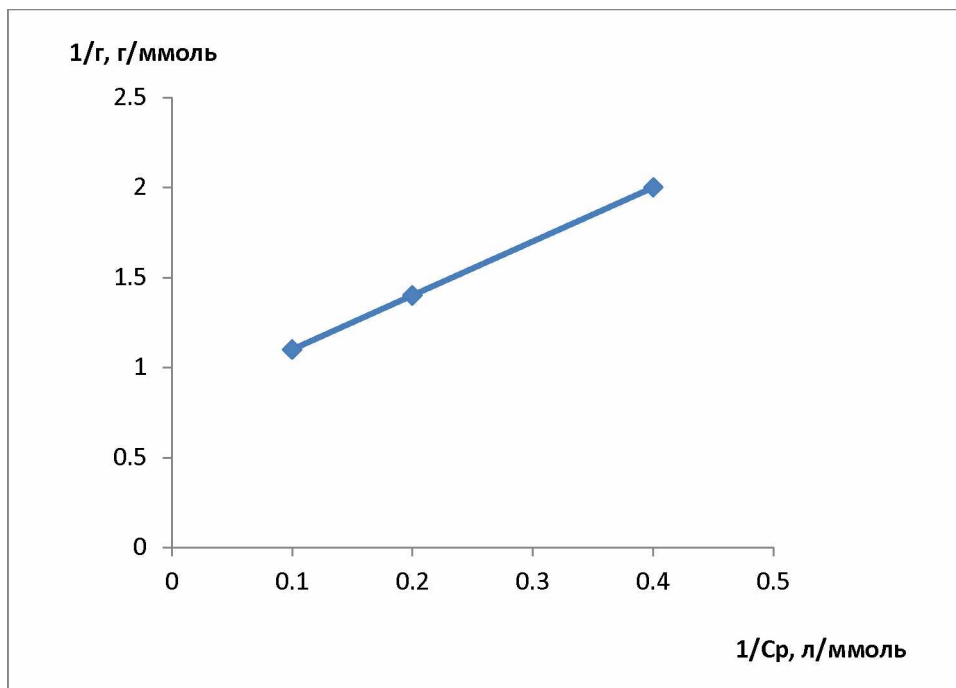
$$b = \frac{1}{\Gamma_{\infty}}, \quad (7)$$

ал бұрыштық коэффициент келесідей анықталады:

$$k = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot K} \quad (8)$$

Ленгмюр теңдеуінің сызықтық түрі 3-ші суретте келтірілген. Есептеу нәтижелері бастапқы вермикулитпен  $\text{Cu}^{2+}$  иондардың сорбция процесінің тепе-теңдіктегі сипаттамаларын көрсетті:  $\Gamma_{\infty}=1,024$  ммоль/г,  $K= 0,705$  л/моль.

Суреттен қопсытылған вермикулит бастапқы үлгімен салыстырғанда төмен айырбастау сыйымдылығымен сипатталады. Алайда, бұл вермикулит неғұрлым жақсартылған кинетикалық сипаттамаларға ие.



Сурет 3 - Ленгмюр тендеуінің сызықтық түрінің графигі

Есептеулер арқылы сұйық ертіділерден сорбциялау дәрежесі 98-99,4% болды, яғни

осындай ертінділерден мыс ионын бөлуге тиімді сорбент екені анықталды (1- кесте).

Кесте 1 - Вермикулит сорбентінің мыс иондарын 298°K температурада сіңіру барысындағы таралу коэффициенті және сорбция дәрежелерінің мәні.

С <sub>0</sub> , ммоль/мл	0,01	0,02	0,04	0,06	0,10
К <sub>d</sub> , мл/г	504,0	350,6	270,8	196,4	98,8
α, %	99,6	94,2	86,5	80,4	78,5

Осылайша, біз зерттеген арзан табиғи сорбент вермикулит мыс иондарына жоғары сорбциялық белсенділікке ие.

#### Қорытынды

1. Түркістан облысы Құлантау кен орнының табиғи сорбенті вермикулиттің мыс (II) иондарына қатысты сорбциялық сыйымдылығы зерттелді.

2. Вермикулит су ерітінділеріндегі мыстың (II) тиімді сорбенті болып табылатыны анықталды. Бастапқы және көбіктелген вермикулитпен мыс (II) иондарының ең жоғары сорбциясына қол жеткізу үшін оңтайлы жағдайлар анықталды. Вермикулит жүйесіндегі тепе-теңдік-мыс сульфатының сулы ерітіндісі сорбция басталғаннан кейін 3 сағаттан соң

белгіленді. Сорбцияны рН мәні 4-7 аралығында жүргізу тиімді.

3. Табиғи вермикулиттің мыс (II) иондарына қатысты ең жоғарғы сорбциялық сыйымдылығы 1,024 ммоль/г құрайды.

4. Қопсытылған вермикулиттің табиғи вермикулитпен салыстырғанда төмен алмасу сыйымдылығына ие екендігі көрсетілген.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Батталов Ш.Б. Физико-химические и каталитические свойства вермикулита. - Алматы: «Наука», 1982. – 198 с.

2. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: «Наукова думка», 1981. – 208 с.

3. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. - М.: Мир, 1971. - 376 с.