

цинка и меди (II) по квантово-химическим дескрипторам // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2011. № 3. – С. 83–89.

2. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И., Болтаев О.Н. Новый подход к решению проблемы очистки сточных вод медного производства // Горный вестник Узбекистана. 2019. № 3 (78). – С. 92–96.

3. Chirkst D.E., Lobacheva O.L., Berlinskii I.V., Sulimova M.A. The thermodynamic properties of hydroxo compounds and the mechanism of ion flotation for cerium, europium, and yttrium // Russian Journal of Physical Chemistry. 2009. №83 (12). – P. 2022–2027.

4. Chekanova L.G., Manylova K.O., Pavlov P.T., Baigacheva E.V., Tiunova T.G. Complexation of ethyl 2-aryl(alkyl) sulfonylamino-4,5,6,7-tetrahydrobenzo[b]thiophene-3-carboxylates with nonferrous metal ions // Russ. J. Inorg. Chem. 2015. Vol. 60. №4. – P. 531–535.

5. Sebba F. Concentration by ion flotation // Nature, 1959, vol. 184, №4692. – P. 162–163.

6. Холикулов Д.Б., Рахмонов Н.М., Кодиров С.И. Возможности применения ионной флотации для извлечения металлов из различных растворов // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: Матер. междунар. научн.-техн. конф. Екатеринбург: Форт-Диалог-Исеть. 2007. – С. 187–193.

7. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б., Пиримов А.П., Нормуротов Р.И., Назаров В.Ф. Статистическая обработка показателей ионной флотации металлов из сернокислых растворов. // Горный вестник Узбекистана, Навойи. 2005. № 4 – С. 67–69.

УДК: 547.371:547.372

М. Н. Ишанова, докторант;

А. А. Кадирбаева, доц., канд. техн. наук
(ЮКУ им. М. Ауезова, г. Шымкент);

А. Ф. Минаковский, доц., канд. техн. наук;

В. И. Шатило, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТА ДАРБАЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Одной из актуальных проблем Южного Казахстана является загрязнение подземных природных вод примесями – органическими веществами (фенолы и др.), ионами тяжелых металлов (цинк, свинец, кадмий, медь и др.). Загрязнение тяжелыми металлами отмечается наиболее часто. Высокое содержание химических элементов и их соединений, обусловлены природными и техногенными процессами.

Тяжелые металлы обнаружены в атмосфере, почве, воде, растениях и животных [1].

Для многих регионов Казахстана актуальной задачей является очистка питьевой воды от различных примесей, патогенных бактерий и тяжелых металлов. С этой целью могут применяться природные сорбенты, обладающие высокой сорбционной емкостью, катионообменными свойствами, селективностью:

Одними из эффективных и доступных природных сорбентов является бентонитовая глина, содержащая более 70% минерала монтмориллонита. Этот минерал обладает самой высокой среди глинистых минералов емкостью катионного обмена. Республика Казахстан обладает большими запасами бентонита [2]. Наибольший практический интерес представляют месторождения Южного и Восточного Казахстана. В Южном Казахстане это Дарбазинское и Келесское месторождения с суммарными запасами 58 млн. т, а также Андреевское, Держинское, Ильдерсайское с общими запасами более 100 млн. т. В Восточном Казахстане известна Манракская группа месторождений бентонитовых глин с общими прогнозными ресурсами около 50 млн. т. Высоким качеством бентонита выделяются Таганское (10,6 млн. т) и Динозавровое (около 4 млн. т) месторождения.

Целью настоящей работы являлось проведение физико-химических исследований бентонитовой глины Дарбазинского месторождения и изучение ее сорбционных свойств.

Элементный состав глины, установленный ранее проведенными исследованиями [3], показал, что в бентоните преобладают соединения кремния и алюминия наряду с достаточным количеством соединений железа (III). Природные бентониты крайне редко встречаются в чистом виде и, как правило, содержат сопутствующие минералы – карбонаты, сульфаты, гидроксиды, оксиды и другие.

В ИК-спектре исследуемого бентонита присутствует интенсивная полоса поглощения с тремя ярко очерченными пиками можно отнести к деформационным колебаниям групп Si-O-Si ($430, 471 \text{ см}^{-1}$) и Si-O-Al (524 см^{-1}). Соответствующие валентные колебания этих групп отражаются на ИК-спектре в виде сильной по интенсивности полосы 1039 см^{-1} . Полосы поглощения 696 см^{-1} , и дуплет $781, 798 \text{ см}^{-1}$ характерны для кварца. Слабые полосы поглощения $836, 872 \text{ см}^{-1}$ можно отнести к колебаниям групп (Al, Fe)-O-H. Присутствие адсорбированной воды и гидроксильных групп подтверждается наличием деформационных колебаний в области $1630 \text{ см}^{-1}, 919 \text{ см}^{-1}$, валентные колебания O-H группы характеризуется пиками 3420 и 3621 см^{-1} . Незначи-

тельные по интенсивности полосы поглощения 1524 и 1395 см⁻¹ могут быть отнесены к поглощению карбонат-ионов.

Дифференциально-термический анализ исходной пробы бентонитовой глины Дарбазинского месторождения, отобранной в пойме реки Келес, выполнен на Q дериватографе в лаборатории «Сапа» ЮКУ им. М. Ауэзова. Кривые ДТГ и ДТА приведены на рисунке 1.

Анализ полученных данных показал, что исследуемая проба характеризуется двумя ярко выраженными и одним незначительным эндоэффектами и четырьмя экзоэффектами. Эндоэффект при T=180° свидетельствует об удалении поверхностной влаги, а при 550° частичной десульфатизации железосодержащих примесей. Эндотермический эффект при 870° характерен для процесса декарбонизации. Незначительные экзотермические эффекты 280, 450°С отражают выгорание органических примесных компонентов.

Важной физико-химической характеристикой, определяющей количество сорбционного материала, необходимого для данной конкретной цели, является его сорбционная емкость. Для определения сорбционной емкости наиболее содержательным является метод, основанный на определении количеств адсорбированных из водных растворов неорганических и органических веществ (минеральные кислоты, соли, йод, фенол, различные ПАВ, и др).

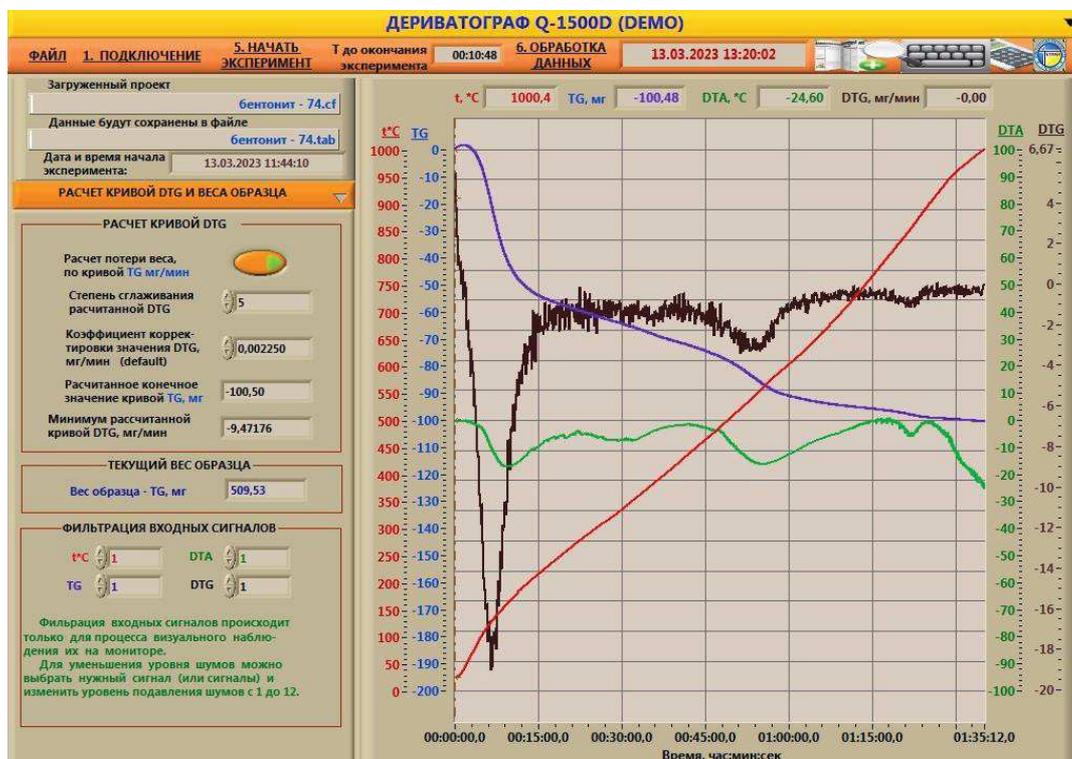


Рисунок 1 – Дифференциально-термический анализ бентонитовой глины Дарбазинского месторождения

Термическая активация бентонитовых глин улучшает адсорбционные свойства и способствует развитию их поверхности, что связано с удалением от адсорбированной и межслоевой молекулярной воды и освобождением адсорбционного пространства.

В данной работе представлены результаты по определению сорбционной емкости образцов глины, подвергнутых термической активации при температурах от 100 до 800⁰С.

Для определения общей способности исследуемого образца бентонита к адсорбции определяли статическую сорбционную емкость, адсорбцию по соляной кислоте и по ионам цинка.

Помимо нативного бентонита исследовали образцы, прошедшие термическую обработку в диапазоне температур от 100 до 800⁰С. Результаты исследования сорбционных емкостей исходного и термически обработанных образцов бентонита приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Сорбционная емкость бентонита по соляной кислоте (А, мг/г)

Температура обжига	Продолжительность термообработки, ч			
	1	2	3	4
100	1,8	1,5	1,5	1,4
300	1,5	1,5	1,8	1,7
400	1,8	1,6	1,5	1,5
600	1,4	1,8	1,8	1,6
800	1,8	1,8	1,7	1,6
Исходный бентонит без термообработки	1,47			

Для того, чтобы количественно оценить эффективность исследуемого бентонита по сорбции тяжелых металлов, был приготовлен модельный раствор хлорида цинка, содержащий ионы Zn^{2+} концентрацией 3,25 г/л. С использованием этого раствора определили сорбционную емкость (А, мг/г) бентонита исходного и термически обработанного при 400 и 600⁰С, а также степень адсорбции (Е, %).

Таблица 2 – Сорбционная емкость бентонита по иону цинка Zn^{2+}

Сорбент	Концентрация Zn^{2+} начальная, г/л	Концентрация Zn^{2+} конечная, г/л	А, мг/г	Е, %
бентонит исходный	3,25	2,18	4,28	33
бентонит (400 ⁰ С)		2,16	4,36	34
бентонит (600 ⁰ С)		1,67	6,32	49

Результаты исследования сорбции бентонита по иону Zn^{2+} показывают, что термическая активация увеличивает его сорбционные свойства, и степень извлечения цинка бентонитом, обработанным при 600⁰С, составляет 49%, в то время как исходный бентонит извлекает всего 33% цинка из модельного раствора.

Использование бентонитовых глин для очистки воды процессом сорбции является эффективной и доступной альтернативой известных уже адсорбентов, которые показывают высокую адсорбционную емкость по отношению к различным соединениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муздыбаева Ш.А. Очистка шахтных вод горнорудной промышленности от ионов тяжелых металлов бентонитовой глиной / Ш.А. Муздыбаева и др. // Вестник КазНУ. Серия химическая – 2012 – № 3 (67). – С. 151–155.
2. Джумагулов А. А., Николаенко А. Ю., Мирхашимов И. Х. Стандарты и нормы качества вод в Республике Казахстан. – Алматы. – ОО «OST-XXIвек». – 2009. – 44 с.
3. Ишанова М.Н., Кадирбаева А.А., Минаковский А.Ф. Очистка природных вод с использованием сорбентов на основе бентонита // Химическая технология и техника : материалы 87-й науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов (с международн. участием), Минск, 31 янв. – 17 фев. 2023 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т; отв. за издание И. В. Войтов. – Минск: 2023. – С. 382–385.

УДК 614.8.084

Т. У. Сачыўка, дац., канд. с.-г. навук;
В. М. Босак, праф., д-р с.-г. навук (БДСГА, г. Горкі);
А. У. Дамнянкова, канд. с.-г. навук (БДТУ, г. Мінск)

АЛЬТЭРНАТЫЎНАЯ ЭНЕРГЕТЫКА Ў РЭСПУБЛІЦЫ БЕЛАРУСЬ: НАКІРУНКІ І ПЕРСПЕКТЫВЫ РАЗВІЦЦЯ

Альтэрнатыўная (нетрадыцыйная) энергетыка – гэта энергетыка, якая грунтуецца на выкарыстанні ўзнаўляемых крыніц энергіі [1–3].

Развіццё альтэрнатыўнай энергетыкі абумоўлена скарачэннем запасаў вуглевадароднай сыравіны (нафты, газу, вугалю) і неабходнасцю скарачэння выкідаў у атмасферу вуглякіслага газу ад працуючых на гэтай сыравіне электрастанцый.

Узнаўляемыя крыніцы энергіі ўмоўна дзеляць на тры групы: крыніцы механічнай энергіі (ветраўстаноўкі, гідраўстаноўкі, хвалевыя і прыліўныя станцыі); крыніцы цеплавой энергіі (сонечнае выпраменьванне, біяпаліва); крыніцы энергіі, якія выкарыстоўваюць фотасінтэз і фотаэлектрычныя з’явы [4–9].

Станоўчымі бакамі ўзнаўляемых крыніц энергіі з’яўляюцца іх невычарпальнасць і змяншэнне негатыўнага ўздзеяння на навакольнае