

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АДсорбЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ

Болсынбек Назгуль

amerkhanovashk@gmail.com, ualiaitolkyn@gmail.com

Студент Факультета естественных наук ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научные руководители – Ш.К.Амерханова, А.С. Уали

Золошлаковые отходы, выбрасываемые предприятиями энергетики и угольных электростанций, представляют собой твердые отходы, и их утилизация стала серьезной проблемой, которая подразумевает необходимость разработки новых методов переработки для безопасного обращения с золоотходами [1]. Главными элементами золы уноса являются кремний и алюминий, которые показывают несколько вариаций с типом вулканических пород, что обеспечивает возможность синтеза цеолита из зол. Цеолитные материалы имеют огромное фундаментальное и промышленное значение и широко используются, например, в качестве коммерческих адсорбентов и катализаторов [2]; основу цеолитов составляет пористый алюмосиликат с кристаллической структурой, образованной комбинацией тетраэдрических $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{AlO}_4]^{5-}$ [2].

Целью данной работы является синтез адсорбента на основе золошлака посредством последовательной гидротермальной обработки водой и раствором щелочи, а также исследование его состава, структуры и адсорбционных свойств по отношению к ионам некоторых металлов и др.

В качестве исходного сырья был использован золошлак металлургического предприятия «Арселор Миттал Темиртау». Исходный образец промыт дистиллированной водой (Т:Ж=1:10) в течение 48 час и высушен на атмосферном воздухе. Далее золошлак был обработан 2 М раствором гидроксида натрия при соотношении Т:Ж 1:10 (по массе) и обожжен при температуре 600°C продолжительностью 90 мин.

Рентгенофазовый анализ исходного сырья показал, что исследуемый материал состоит из $\text{Ca}_5\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_3\text{O}_{12}$, Fe_2O_3 , $\text{Mg}_3\text{Al}_4\text{TiO}_{25}$, MnS и $\text{KOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$. В результате щелочной обработки выявлен переход окраски вещества из серого в голубой цвет с темно-серыми вкраплениями. Результаты энергодисперсионного анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты энергодисперсионного анализа сорбента

№	Элемент	Мас.доля, %					Сред. мас. доля, %
		1	2	3	4	5	
1	Кислород(O)	52,78	49,34	51,19	53,40	48,94	51,13
2	Натрий(Na)	17,67	16,75	16,83	16,29	13,65	16,24
3	Углерод(C)	10,62	19,83	15,78	9,84	20,35	15,28
4	Кремний(Si)	6,41	4,40	4,67	7,02	4,95	5,49
5	Кальций(Ca)	6,38	5,42	7,34	6,57	7,13	6,57
6	Алюминий(Al)	3,17	1,67	1,85	2,71	3,00	2,48
7	Магний(Mg)	2,96	2,57	2,33	4,18	1,98	2,80

Полученные данные согласуются с результатами ранее проведенного рентгенофазового анализа. Можно предположить, что образец сорбента в основном состоит из алюмосиликатов и смешанных алюмосиликатных стекло-железооксидных морфотипов. Основным компонентом сорбента является алюмосиликатное стекло, которое имеет неправильную форму. По данным XRD был обнаружен только гематит, который вероятнее

всего входит в состав блочных кристаллов.

Результаты ИК-Фурье спектрального анализа исходного материала и полученного сорбента приведены на рисунке 1.

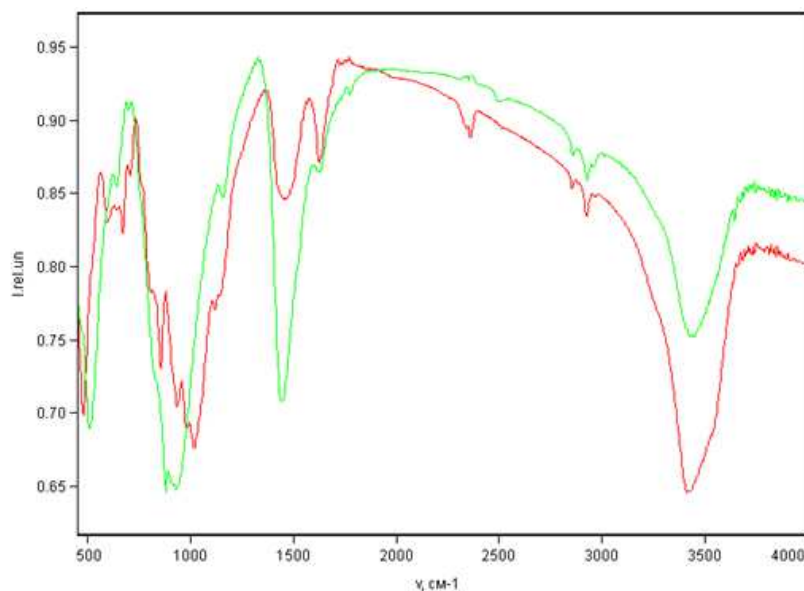


Рисунок 1. ИК-Фурье-спектры исходного материала (зеленый цвет) и полученного сорбента (красный цвет)

ИК-Фурье спектры изученных проб можно условно разделить на три частотные области $<470-1600$, $1600-2900$ и >2900 см^{-1} . В первой области ($<470-1600$ см^{-1}) располагаются полосы колебаний групп Si-O(Si), SO_4^{2-} , Al-OH, Si-O. Основными полосами поглощения, присутствующими во всех спектрах, являются достаточно интенсивные полосы при 777 см^{-1} . Так как Si-O связь общая для всех силикатов и глинистых материалов, можно считать, что абсорбционные полосы в области $777 - 1135$ см^{-1} обусловлены, главным образом, валентными колебаниями Si-O.

В результате щелочной обработки на поверхности исходного материала происходят изменения, которые вызывают на ИК-Фурье-спектре появление или смещение полос поглощения, изменение интенсивности полос. Так, например, полоса поглощения при 509 см^{-1} смещается влево на 19 см^{-1} . Полоса поглощения при 928 см^{-1} смещается вправо на 155 см^{-1} . Интенсивность полосы поглощения при 1442 см^{-1} в результате щелочной обработки уменьшается на $0,15$ отн.ед.

Из приведенных спектров видно, что во второй области ($1600-2900$ см^{-1}) интенсивность полосы поглощения при 2350 см^{-1} в результате щелочной обработки материала увеличивается на $0,05$ отн.ед. Интенсивность полосы поглощения при $2800-2900$ см^{-1} в результате щелочной обработки увеличивается на $0,02-0,03$ отн.ед. Полоса поглощения в области $2353-2927$ см^{-1} обусловлена, главным образом, валентными колебаниями, связанными с наличием OH-группы

Третья область >2900 см^{-1} , главным образом связана с валентными колебаниями OH – групп, о присутствии которых можно судить по наличию полосы поглощения при 3435 см^{-1} . Поглощение в области $3440-3738$ см^{-1} отвечает полосам, связанным с колебаниями свободных групп О-Н. В этой области можно выделить интенсивность полосы поглощения при 3435 см^{-1} , которая в результате щелочной обработки увеличивается на $0,07$ отн.ед., кроме того видно возрастание интенсивности полосы поглощения при $3647-3738$ см^{-1} на $0,04$ отн.ед. Далее с применением метода Боза были определены концентрации карбоксильных, гидроксигрупп и лактонных групп, присутствующих на поверхности сорбента, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание гидроксигрупп и лактонных функциональных групп в образце сорбента

Функциональная группа	$\Sigma\text{ФГ}$	Гидроксильные группы	Карбоксильные группы	Лактонные группы
Содержание ммоль/г	1,06	0,44	0,30	0,32

Следующим этапом работы была оценка сорбционных свойств полученного материала. Для этого были проведены тесты по определению адсорбционной емкости по йоду и метиленовому голубому, согласно которым искомая величина составляет 13,65% и 55,00 мг/г соответственно.

На рисунке 2 представлены изотермы, описывающие процесс адсорбции ионов меди(II) на изучаемом сорбенте из водных растворов (статические условия, pH 7, температура 318 К, продолжительность контакта 30 мин., масса адсорбента 0,5 г), определенные экспериментальным путем по методике [3], также рассчитанные на основе уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха.

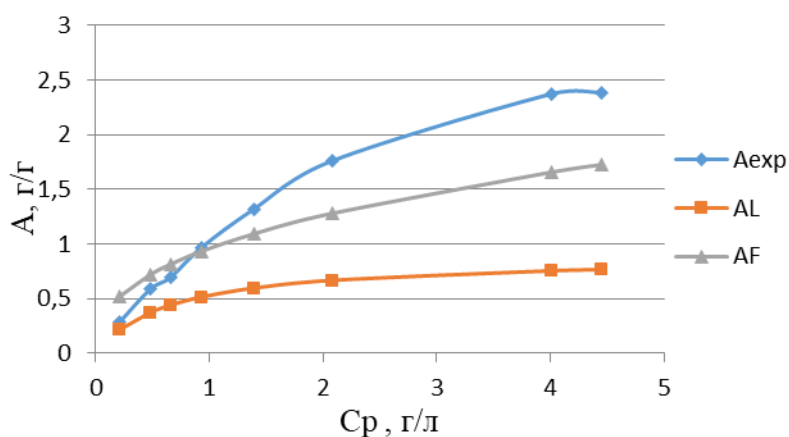


Рисунок 2. Изотермы адсорбции ионов Cu(II) , построенные по экспериментальным данным, по уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха

Из рисунка 2 видно, что изотерма, полученная по уравнению Фрейндлиха в большей степени коррелирует с экспериментальной кривой. При адсорбции ионов Cu^{2+} на сорбенте тенденция к насыщению сорбента наблюдается с 4 г/л. Необходимо отметить, что при данных условиях степень очистки составляет $\approx 88,72\%$.

В настоящее время продолжают исследования адсорбционной емкости сорбента по отношению к ионам цинка (II) и др. В целом, полученные результаты показывают, что минеральный сорбент, полученный на основе золошлаковых отходов, может быть использован для извлечения из водных систем токсичных примесей, в том числе и тяжелых металлов.

Список использованных источников

1. Liu Y., Luo Q., Wang G., Li X., Na P. Materials research express. 2018. 5. P.1-2.
2. Nakason K., Panyapinyopol B., Kanokkantapong V., Kraithong W., Pavasant P. Journal of the Energy Institute. 2017. 91(5). P. 786-796.
3. Amerkhanova Sh.K., Shlyapov R.M., Uali A.S. The active carbons modified by industrial wastes in process of sorption concentration of toxic organic compounds and heavy metals ions// Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2017. 532. P. 36-40.