

УДК 547.992.2

А.Х. Жакина, А.К. Амирханова, Е.П. Василец*, А.Р. Рапиков

Институт органического синтеза и углехимии Республики Казахстан, г. Караганда, Казахстан
100008, Караганда, ул. Алиханова, д.1.

*e-mail: vassilets88@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО И МИКРОВОЛНОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ

Созданы гуминовые сорбенты на основе углей с применением энергии микроволн и ультразвука в присутствии окислителей в процессе получения и функционализации структуры гуминовых кислот. Источником получения гуминовых кислот являлись угли Шубаркольского месторождения. Для гуминовых кислот и их функциональных производных, полученных под воздействием микроволнового и ультразвукового воздействия, изучены сорбционные свойства в процессах очистки сточных вод от ионов металлов. Результаты исследования подтверждают возможность применения ультразвукового и микроволнового облучения для получения сорбентов.

Ключевые слова: уголь, ультразвуковое облучение, микроволновое облучение, гуминовая кислота, сорбция.

Сточные воды и сбросные технологические растворы, содержащие катионы цветных металлов в количестве выше ПДК, в настоящее время очищают реагентным способом, в результате которого образуется большое количество осадков с достаточно высоким содержанием цветных металлов. Другие методы очистки стоков: электрокоагуляция, электродиализ, обратный осмос, ультрафильтрация - имеют локальный масштаб использования. Поэтому большое значение приобретают сорбция и ионный обмен, позволяющие эффективно извлекать цветные металлы из сбросных растворов различного солевого состава [1].

Литературный обзор показывает, что гуминовые кислоты являются перспективным природным сорбентом для очистки сточных вод и сбросных технологических растворов. Как известно, гуминовые вещества впервые были выделены из торфа. Позднее источниками для получения материалов на основе гуминовых кислот стали служить почвы, сапрпель, лигносульфонат и бурые угли, что актуально для Казахстана, обладающего большими запасами углей, а также отходами производства.

Повышение сорбционных свойств углей возможно при осуществлении процессов окисления углей. Структура и поверхность углей при реализации процесса окисления разными окислителями обогащается различными кислородсодержащими функциональными группами. В качестве окислителей нами были выбраны растворы перекиси водорода, азотной кислоты и серной кислоты, которые служат окисляющими и модифицирующими добавками для проведения процесса окисления, в том числе под действием ультразвука и микроволн. Выбор окислителей связан с возможностью окисления углей и введением в их состав модифицирующих

серо- и азотсодержащих групп в условиях сонолиза и микроволнового облучения.

Наибольший интерес для интенсификации различных химических превращений углей и для получения ценных углехимических продуктов представляет использование ультразвука и микроволнового излучения.

В работах [2-7] отмечается высокая перспективность создания материалов с заданными свойствами с применением энергии микроволн и ультразвука. Поэтому применение ультразвука и микроволновой обработки в процессах окисления углей, извлечения гуминовых кислот из углей и создание на их основе сорбентов актуально.

Нами [8-9] изучено влияние ультразвукового и микроволнового облучения на сорбционный процесс гуминовых кислот на примере окисленных углей Шубаркольского месторождения.

Для исследования извлечения гуминовых кислот из углей с ультразвуковым воздействием (УЗО) использовали лабораторную установку типа ИЛ100-6/2 с частотой 22 кГц, интенсивностью ультразвука – 4,3 Вт/см², времени воздействия – 15 минут. Для исследования извлечения гуминовых кислот из углей с микроволновым воздействием (МВ) использовали бытовую микроволновую печь, мощностью – 350 Вт, временем воздействия 15 минут.

Окисление углей проводилось по следующей методике. Готовилась 20% водно-угольная суспензия, к ней приливалось 15%-ый раствор окислителя (перекись водорода, азотная или серная кислота) и полученная реакционная смесь подвергалась ультразвуковому, либо микроволновому воздействию. После чего смесь отфильтровывалась и сушилась. Из полученного окисленного угля нарабатывался гумат натрия. Синтез гумата проводили по следующей методике. Уголь присыпали к 2%-му раствору гидроксида натрия в соотношении 1:5 (Т:Ж). Смесь кипятили на

водяной бане в течение 1 часа, после чего давали смеси остыть и отделяли жидкий слой, содержащий раствор гумата натрия, от непрореагировавшего угля. Из раствора гумата натрия кислотой высаживали ГК. Полученные образцы изучены на сорбционные свойства.

Для изучения сорбционных свойств полученных образцов, был приготовлен модельный раствор, содержащий ионы железа, кобальта, никеля, меди и цинка. Данные по сорбционным свойствам полученных образцов представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. Сорбционные характеристики гуминовых кислот

Образец	Fe ²⁺		Co ²⁺		Ni ²⁺		Cu ²⁺		Zn ²⁺	
	мг/л	α, %	мг/л	α, %	мг/л	α, %	мг/л	α, %	мг/л	α, %
Модельный раствор	90,77	-	365,399	-	261,806	-	264,239	-	286,395	-
ГК исходн.	2,346	97,42	294,676	19,36	199,244	23,89	85,317	67,71	226,735	20,83
ГК+H ₂ O ₂	2,098	97,69	297,086	18,69	198,195	24,29	53,471	79,76	229,230	19,96
ГК+HNO ₃	4,035	95,55	308,450	15,58	207,415	20,77	78,200	70,40	238,325	16,78
ГК+HNO ₃ +УЗО	5,846	93,56	310,299	15,07	209,038	20,15	89,283	66,21	241,956	15,51
ГК+HNO ₃ +МВ	4,079	95,50	312,054	14,59	210,942	19,42	68,650	74,01	242,858	15,20
ГК+H ₂ SO ₄	5,642	93,78	321,734	11,94	219,819	16,03	81,055	69,32	250,600	12,49
ГК+H ₂ SO ₄ +УЗО	6,060	93,32	317,427	13,12	215,736	17,59	75,899	71,27	247,631	13,53
ГК+H ₂ SO ₄ +МВ	8,799	90,30	317,427	13,12	215,736	17,59	89,283	66,21	241,956	15,51

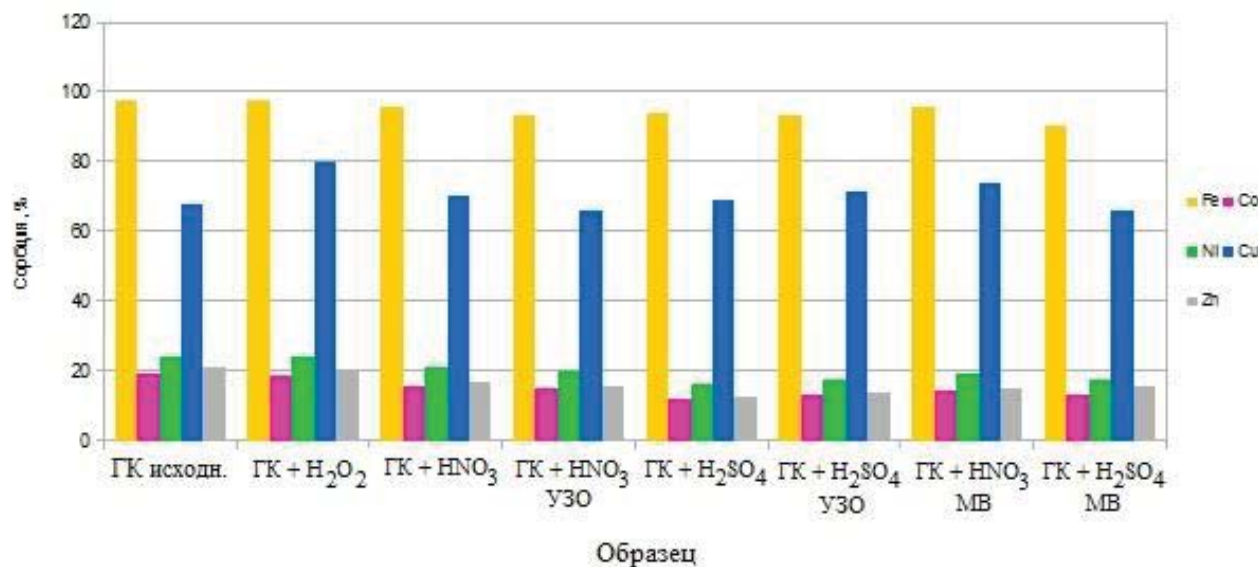


Рис. 1. Графическое отображение сорбционных характеристик гуминовых кислот

Как видно из данных, приведённых в таблице 1 и на рисунке 1, сорбенты, созданные на основе гуминовой кислоты с применением окислителей (перекись водорода, азотная кислота, серная кислота), а так же ультразвукового и микроволнового излучений практически полностью извлекают из модельного раствора ионы железа. Невысокое значение сорбции ионов кобальта, никеля, меди и цинка объясняется достижением максимального насыщения сорбента и менее

устойчивым характером комплексов этих металлов с гуминовой кислотой, в сравнении с комплексами ГК с железом.

Таким образом, большие запасы окисленных углей и сравнительно высокая сорбционная емкость делают экономически целесообразным применение гуминовых кислот в технологиях очистки. Полученные сорбенты могут быть рекомендованы в качестве дешевых и эффективных сорбентов для очистки сточных вод.

Жакина Алма Хасеновна, к.х.н., доцент, зав. лаб. Химии полимеров Института органического синтеза и углехимии Республики Казахстан, Казахстан, Караганда.

Амирханова Айтжан Кабжановна, к.х.н., в.н.с. лаб. Химии полимеров Института органического синтеза и углехимии Республики Казахстан, Казахстан, Караганда.

Василец Евгений Петрович, м.н.с. лаб. Химии полимеров Института органического синтеза и углехимии Республики Казахстан, Казахстан, Караганда.

Рапиков Алишер Рахимбекович, магистрант I курса химического факультета Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова, Казахстан, Караганда.

Литература

1. Чиркст Д.Э., Черемисина О.В., Иванов М.В., Чистяков А.А., Жадовский И.Т. Изотерма обмена катионов никеля и натрия на железомарганцевых конкрециях // ЖПХ.- 2006.- Т. 79.- №7.- С. 1101-1105.
2. Thostenson E.T., Chou T.W. Microwave processing: Fundamentals and Applications // Composites: Part. – 1999. - А 30. - Р. 1055-1071
3. Бердоносоев С.С. Микроволновая химия // Соросовский образовательный журнал. – 2001. -Т. 7. - №1. – С.32-38.
4. Рахманкулов Д.Л., Бикбулатова Н.С., Шулаев Н.С., С.Ю Шавшукова Микроволновое излучение и интенсификация химических процессов. - М. Химия, 2003. - 220 с.
5. Мейсон Т., Линдли Дж., Дэвидсон Р. Химия и ультразвук // пер. с англ. Л.И. Кирковского; Под ред. А.С. Козьмина. - М.: Мир, 1993. - 190 с.
6. Кузнецов О.А., Ефимова С.А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности.- М.: Наука, 1983. - 192 с.
7. Кардашев Г.А. Физические методы интенсификации процессов химической технологии.– М.: Химия, 1990. – 208 с
8. Аккулова З.Г., Амирханова А.К., Жакина А.Х., Кудайберген Г.К., Василец Е.П., Садыкова О.В. Очистка сточных вод обогащения свинцово-цинковых руд гуминоминеральными сорбентами на основе отходов угледобычи // Материалы Междунар. научно-практ. конф., посвященной памяти академика Букетова Е.А. «Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья. – Караганда, 2015. – С.741-746.
9. Василец Е.П., Жакина А.Х., Амирханова А.К., Кудайберген Г.К. Исследование влияния ультразвуковой обработки и перекиси водорода на процесс окисления шубаркольских углей // Тез. докл. XXVI Рос. молодеж. науч. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения академика Н.Н. Семенова, Екатеринбург, 27-29 апр. 2016. - Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2016. – С. 20-21.

Zhakina Alma Khasenovna, Amirkhanova Aitzhan Kabzhanovna, Vassilets Evgeniy Petrovich, Rapikov Alisher Rahimbekovich

Institute of organic synthesis and coal chemistry of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Karaganda

*e-mail: vassilets88@mail.ru

STUDY CONCERNING POSSIBILITY TO USE ULTRASOUND AND MICROWAVE RADIATION FOR SORBENTS PRODUCTION

Abstract

Humic sorbents were produced on the basis of coal using energy of microwave and ultrasound over oxidising agents in the process of production and functionalisation of humic acids structure. Shubarkol coals were the source material for humic acids production. Sorption properties of humic acids and their functional derivatives, which were produced under the influence of microwave and ultrasound exposure, were studied in the process of waste waters cleansing from metal ions. The results of the study show the possibility to use ultrasound and microwave exposure for sorbents production.

Key words: coal, ultrasonic irradiation, microwave irradiation, humic acid, sorption