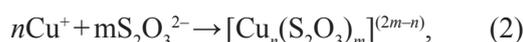


Образовавшийся по реакции 1 ион  $\text{Cu}^+$  реагирует с избытком тиосульфата. Однако, в зависимости от соотношения реагирующих веществ ( $\text{Cu}^+ : \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) в растворе могут образовываться различные соединения меди с тиосульфатом. В общем виде уравнение взаимодействия  $\text{Cu}^+$  с  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  можно записать так:



где  $n = 1, 2$ ;  $m = 1, 2, 3$ .

Из раствора можно выделить комплексные соединения –  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_3[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ,  $\text{CuNa}_2[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ,  $\text{CuNa}[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$  и  $\text{Na}_4[\text{Cu}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3]$ . Предварительно нами были получены тиосульфатные соединения меди и проверена их фотохимическая устойчивость при УФ-облучении их водных растворов. Было определено, что при мольных соотношениях  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} : \text{Cu}^+$  от 0,5 до 2 максимальная оптическая плотность в электронных спектрах наблюдается для соотношения 1:1 (табл. 1). Это указывает, что наибольшей фотохимической активностью обладает соединение  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$ .

В процессе фотолиза водных растворов  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$  происходит образование твердофазных продуктов фотолиза, которые отделяли от

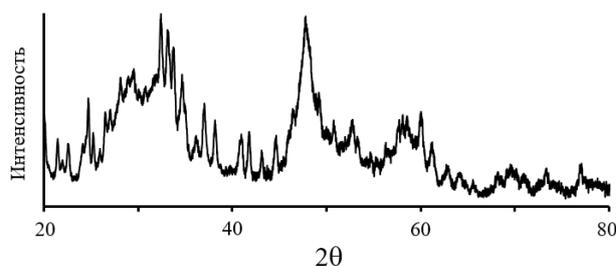


Рис. 1. Дифрактограмма продукта фотолиза водного раствора  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$

раствора центрифугированием. Осадок промывали два раза водой, один раз этиловым спиртом и сушили в вакуумном эксикаторе. Дифрактограмма продукта фотолиза водного раствора  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$  представлена на рисунке 1. Рентгенофазовый анализ показал, что в процессе фотолиза образуется  $\text{Cu}_2\text{S}$ .

Исследование продуктов фотолиза с использованием ИК-спектроскопии показало, что твердофазный продукт фотолиза содержит ионы  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ , имеющие поглощение при  $1218 \text{ см}^{-1}$  и  $1016 \text{ см}^{-1}$ , и ионы  $\text{SO}_3^{2-}$ , имеющие поглощение при  $920 \text{ см}^{-1}$  и  $623 \text{ см}^{-1}$ .

Таким образом в настоящей работе показано, что при УФ-облучении водных растворов  $\text{NaCuS}_2\text{O}_3$  происходит образование частиц  $\text{Cu}_2\text{S}$ , на поверхности которых адсорбируются ионы  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  и  $\text{SO}_3^{2-}$ .

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРНОГО СОРБЕНТА НА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

О.И. Мишукова, Д.В. Мартемьянов, Е.А. Денисенко

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель С.П. Журавков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, oksana\_mishukova@mail.ru

Химические загрязнения, находящиеся в воде являются самыми опасными видами примесей [1]. Среди присутствующих в гидросфере химических загрязнителей тяжёлые металлы особенно токсичны. В связи с этим очень важно эффективно очищать воду, используемую для пищевых целей, от ионов тяжёлых металлов. При извлечении из водных сред ионов тяжёлых металлов широкое применение имеет сорбционный способ очистки [2].

Цель данной работы – изучение свойств синтезированного на основе вермикулитобетона сорбента, поверхность которого была модифицирована с помощью оксигидроксида железа [3].

Таблица 1. Значения дзета-потенциала, удельной поверхности и удельного объёма пор синтезированного сорбента и его компонентов

| Образец              | Дзета-потенциал, мВ | Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г | Удельный объём пор, см <sup>3</sup> /г |
|----------------------|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Сорбент              | -15,8               | 136,64                                  | 0,0589                                 |
| Вермикулитобетон     | -3,65               | 9,85                                    | 0,004                                  |
| Оксигидроксид железа | -4,18               | 227,6                                   | 0,089                                  |

Дзета-потенциал образцов был определен с помощью прибора «Zetasizer Nano ZSP» в автоматическом режиме. Удельная поверхность и удельный объём пор были определены методом БЭТ на приборе «Сорбтометр М».

Эффективность сорбента была оценена по содержанию извлекаемых ионов  $Pb^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  из модельного раствора до и после сорбции в статических условиях при перемешивании магнитной мешалкой. Для приготовления модельных растворов использовались ГСО цинка и свинца и дистиллированная вода. Концентрация ионов  $Pb^{2+}$  в растворе составляла 30,74 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация ионов  $Zn^{2+}$  в растворе составляла 30,21 мг/дм<sup>3</sup>. Брали соотношение 0,2 г сорбента на 100 см<sup>3</sup> модельного раствора. Время контакта сорбента и раствора: 0,5; 1; 5; 15; 30; 60 и 150 минут.

Физико-химические характеристики в виде дзета-потенциала, значений удельной поверхности и удельного объёма пор полученного сорбента и его компонентов представлены в таблице 1.

Можно отметить, что самые большие значения дзета-потенциала соответствуют модифицированному сорбенту. В свою очередь, что величины удельной поверхности и удельного объёма

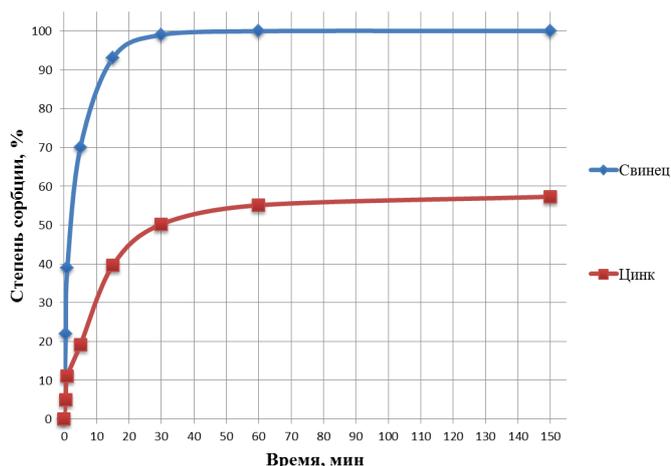


Рис. 1. Определение степени извлечения ионов  $Pb^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  при использовании исследуемого сорбента

пор носителя минимальны.

Характеристики сорбции для синтезированного сорбента были оценены по извлечению из модельного раствора ионов свинца и цинка и представлены на рисунке 1.

Из представленного выше рисунка видно, что сорбент проявляет хорошую эффективность сорбции ионов  $Pb^{2+}$  уже на тридцатой минуте процесса. Степень извлечения ионов  $Zn^{2+}$  значительно ниже в сравнении с очисткой от ионов  $Pb^{2+}$ .

### Список литературы

1. Тягунова Г.В., Экология: учебник / под редакцией Ярошенко Ю.Г. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 300с.
2. Мартемьянова И.В., Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Воронова О.А., Журавков С.П., Мартемьянов Д.В., Короткова Е.И. // Мир науки, 2015. – Вып.2. – С.1–10.
3. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Журавков С.П., Мухортов Д.Н., Хаскельберг М.Б., Юрмазова Т.А., Яворовский Н.А. Сорбент для очистки водных сред от тяжёлых металлов и способ его получения // Описание изобретения к патенту (№ 2592525). – Томск, 2016. – С.2.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ХЛАДАГЕНТА АППАРАТА ДЕСУБЛИМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ГЕКСАФТОРИДА УРАНА

А.В. Николаев, Н.С. Криницын

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Ф. Дядик

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, niav@tpu.ru

Решение вопроса о разработке системы автоматизированного управления технологическим процессом зачастую связано с возникающими требованиями в улучшении и стабилизации качества выпускаемой продукции, уменьшении

экономических затрат, снижении влияния человеческого фактора на протекание технологического процесса.

Технологическая схема производства гексафторида урана (ГФУ) на Сублиматном заводе