

A. С. ТАУБАЕВА, У. Ж. ДЖУСИПБЕКОВ, Г. О. НУРГАЛИЕВА

(АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», Алматы, Казахстан)

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГУМАТА НАТРИЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ИОНАМ МЕДИ

Аннотация. Основная цель этой работы заключалась в изучении возможности использования гумата натрия в качестве сорбента для очистки воды от ионов меди. Максимальная адсорбционная способность гумата составляет 99% при концентрации меди 5 мг/л, 98% при концентрации 50 мг/л и 75% при концентрации 500 мг/л.

Ключевые слова: гуминовые вещества, гумат натрия, сорбция, ионы меди (II).

Тірек сөздер: гуминді қосылыстар, натрий гуматы, сорбция, мыс ионы.

Keywords: humic substances, sodium humate, sorption, ions copper.

Одной из основных экологических проблем является химическое загрязнение окружающей среды, в том числе водоемов, тяжелыми металлами. Известны многочисленные методы очистки водных сред от загрязнителей, но эффективным методом является сорбционный способ с использованием природных сорбентов, таких как гуминовые вещества. Гуминовые вещества выполняют роль естественных детоксикантов [1]. Это органические соединения обладающей сложной физико-химической структурой с различными функциональными группами [2]. Наличие в молекулах гуминовых веществах карбоксильных, гидроксильных, карбонильных групп способствуют образованию комплексных соединений с некоторыми ионами металлов [3]. Связывание металлов приводит к снижению концентрации их свободной формы и к уменьшению токсичности. В связи с этим, исследование сорбционных свойств гуминовых веществ с тяжелыми металлами представляет большой интерес.

Целью работы явилось исследование сорбционной способности гумата натрия по отношению к ионам меди.

Экспериментальная часть

Процесс сорбции катионов меди (II) исследовали на модельной системе «гумат натрия – вода – Cu²⁺». В работе использовался гумат, выделенный из бурого угля Шубаркульского месторождения. Для создания заданной концентрации катионов меди использовалась соль Cu(CH₃COO)₂·H₂O квалификации «х.ч.». Эксперимент по сорбции проводили в статических условиях при комнатной температуре 25°C. Навески гумата (0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2 г) вводили в 50 мл медьсодержащего раствора с определенной концентрацией меди, которая варьировалась от 5 до 500 мг/л. Сорбцию меди гуматом натрия осуществляли при постоянном pH равном 4. Кислотность среды создавали с помощью 0,1 н растворов HCl и NaOH [4, 5]. Время сорбции составляло от 15 минут до 2 часов. Далее содержимое фляконов центрифугировали в течение 30 минут при 6000 оборотов в минуту и затем фильтровали. Остаточную концентрацию металла в фильтрате определяли путем атомно-абсорбционной спектроскопии, используя «Perkin Elmer AAnalyst 400» инструмента.

Степень сорбции (R, %) рассчитывали по формуле:

$$R = \frac{C_0 - C_p}{C_0} \cdot 100,$$

где C₀ – начальная концентрация ионов металла в растворе, мг/л; C_p – концентрация ионов металла в растворе после взаимодействия с сорбентом, мг/л.

Результаты и их обсуждение

Исследование процесса сорбции катионов меди гуматом натрия из раствора содержащего 5 мг/л Cu²⁺ при разных навесках сорбента (0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2 г) показало, что с увеличением продолжительности процесса от 15 до 120 мин содержание меди в растворе уменьшается. Однако ход кинетических кривых сорбции определяется нормой гумата натрия. На рисунке 1 показано, что

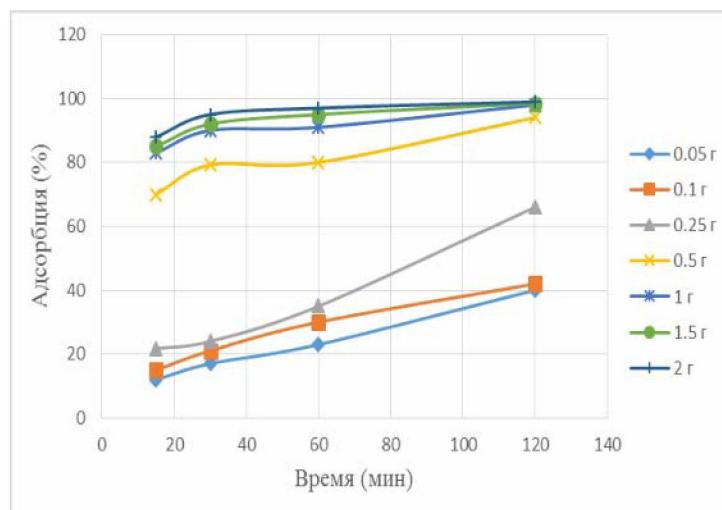


Рисунок 1 – Степень сорбции ионов Cu(II) при концентрации 5 мг/л в зависимости от времени разных нормах сорбента

для низких нагрузок сорбента от 0,05 до 0,25 г степень сорбции находится в прямой зависимости от времени, т.е. с его увеличением повышается. Так при навеске сорбента 0,05 г и 15 минутах процесса сорбции степень очистки раствора составляет 12%, при 30 минутах – 17%, что на 5% выше, чем при 5 минутах процесса, а при 120 минутах степень сорбции достигает 40%.

С повышением нормы гумата натрия от 0,5 до 2,0 г ход сорбционных кривых меняется. С увеличением времени процесса до 30 минут степень очистки раствора возрастает и далее остается постоянным или несколько снижается. Наиболее интенсивно степень очистки раствора происходит при нагрузке гумата натрия 2 г. Степень очистки при 15 минутах составляет 88%, при 30 минутах – 95%, что на 7% выше, чем при 5 минутах процесса, а при 120 минутах степень очистки приближается к 100-ному значению и составляет 99%.

Интересным оказалось то, что при концентрации меди 50 мг/л не зависимо от нормы сорбента процесс сорбции протекает практически за 15–30 минут (рисунок 2). При навеске сорбента 0,05 г и 15 минутах процесса степень очистки уже достигает 72%. Для 30 минут характерно незначительное ее повышение на 4%. Наибольший эффект также, как и в предыдущем случае дает более длительное перемешивание сорбента с раствором меди. Наибольшая степень очистки наблюдается при 120 минутах процесса перемешивания гумата с медьсодержащим раствором, при котором степень очистки достигает 89%. Как и в выше описанном опыте, наибольшая степень очистки

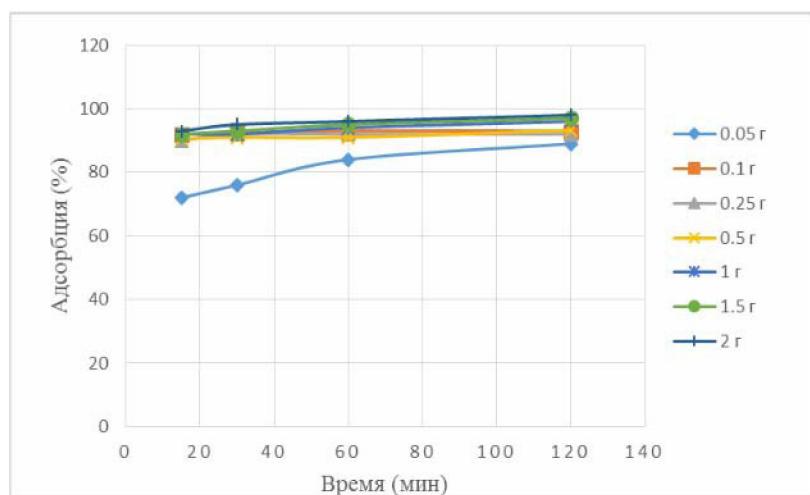


Рисунок 2 – Степень сорбции ионов Cu(II) при концентрации 50 мг/л в зависимости от времени в различных количествах сорбента

раствора достигается при использовании 2 г сорбента. Так, для 15 минут перемешивания сорбента с раствором 50 мг/л Cu^{2+} степень очистки составляет 93%, а для 120 минут – 98%.

Далее исследовали процесс сорбции с использованием концентрации меди 500 мг/л. Сорбционные кривые меди от времени для нагрузки гумата натрия 0,05 и 0,1 г носят прямо линейный характер и с увеличением продолжительности процесса и нормы сорбента степень сорбции возрастает. При нагрузке сорбента от 0,25 до 2,0 г с повышением времени до 60 мин степень сорбции увеличивается и далее остается постоянной.

Степень очистки медьсодержащих растворов при концентрации 500 мг/л имеет более низкие значения, чем в случае с концентрациями 5 и 50 мг/л. Например, при 15 минутах процесса степень очистки сорбентом при навеске 0,05 г равна 3%, а в случае использования 2 г образца степень очистки выше и составляет 48% (рисунок 3). Для 120 минут процесса при навеске 0,05 г равна 10,8 %, а для 2 г образца степень очистки составляет 75%. По-видимому, для сорбции меди наиболее лучшие результаты очистки имеют место в растворах с низкой концентрацией меди.

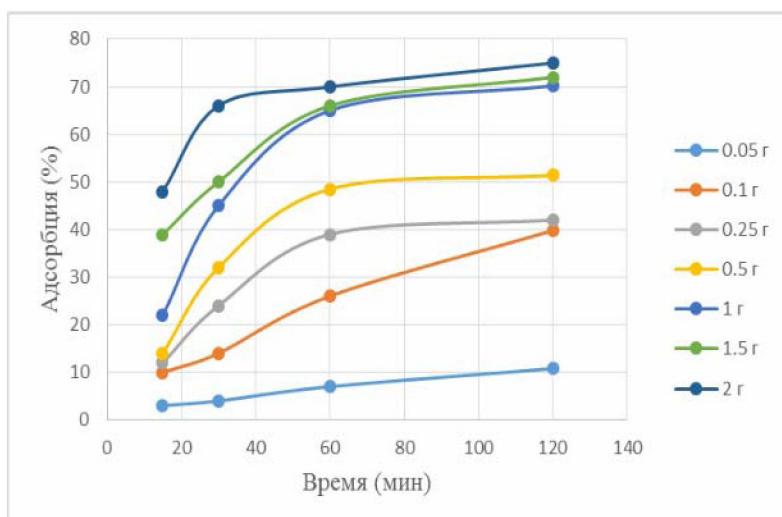


Рисунок 3 – Степень сорбции ионов Cu (II) при концентрации 500 мг/л в зависимости от времени в различных количествах сорбента

Таким образом, гумат натрия является эффективным, доступным и экологически безопасным детоксикантам для загрязненных тяжелыми металлами вод. Гумат натрия снижает содержание ионов меди (II), переводя их в связанные комплексы [6]. По полученным результатам установлено, что длительное перемешивание сорбента (120 минут) и высокая его норма (2г) приводит к практически полной очистке раствора от катионов меди.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Варшал Г.М. Биогеохимическая роль гумусовых кислот в процессах миграции элементов. – М.: Наука, 1993. – С. 23-30.
- 2 Хилько С.Л., Титов Е.В. Физико-химические свойства солей гуминовых кислот // Химия твердого топлива. – 2006. – № 3. – С. 12-23.
- 3 Будаева А.Д., Золтоев Е.В., Хантургаева Г.И., Жамбалова Б.С. Сорбция меди и цинка из модельных растворов гуминовыми кислотами // Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – № 16. – С. 143-146.
- 4 Erdogan S., Baysal A., Akba O., Hamamci C. Interaction of metals with humic acid isolated from oxidized coal // Polish J. of Environ. Stud. – 2007. – № 5. – P. 671-675.
- 5 Аввакумова Н.П., Кривопалова М.А., Жернов Ю.В. ИК-спектроскопическое изучение гуматов магния и серебра пелоидов // Известия Самарского научного центра. – 2010. – № 1. – С. 2003-2006.
- 6 Klucakova M. Complexation of copper (II) with humic acids studied by ultrasound spectrometry // Hindawi Publishing Corporation Org. Chem. Intern. – 2012. – № 12. – P. 3-9.

REFERENCES

- 1 Varshal G.M., Moskva: Nauka, 1993, 23-30. (in Russ.).
- 2 Hilko S.L., Titov E.V., Khimiya tverdogo topliva, 2006, 3, 12-23. (in Russ.).

- 3 Budaeva A.D., Zoltoev E.V., Hanturgaeva G.I., Zhambalova B.S., Khimiya v interesah ustoichivogo razvitiya, **2008**, 16, 143-146. (in Russ.).
4 Erdogan S., Baysal A., Akba O., Hamamci C., J. of Environ. Stud, **2007**, 5, 671-675. (in Engl.).
5 Avvakumova N.P., Krivopalova M.A., Zhernov Yu.V., Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra, **2010**, 1, 2003-2006. (in Russ.).
6 Klucakova M, Complexation of copper (II) with humic acids studied by ultrasound spectrometry, **2012**, 12, 3-9. (in Engl.).

Резюме

A. С. Таубаева, У. Ж. Жұсінбеков, Г. О. Нұргалиева

(«Ә. Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы, Қазақстан)

НАТРИЙ ГУМАТЫНЫҢ МЫС ИОНДАРЫНА ҚАТЫСТЫ СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыстың мақсаты натрий гуматының сорбент ретінде судан мыс иондарын тазарту қабілеттілігі зерттелді. Гумат натрийдің максималдық адсорбциялық қабілеттілігі мыстың концентрациясы 5 мг/л болғанда 99%, концентрациясы 50 мг/л болғанда 98% және концентрациясы 500 мг/л болғанда 75% жетті.

Тірек сөздер: гуминді қосылыстар, натрий гуматы, сорбция, мыс ионы.

Summary

A. S. Taubayeva, U. Z. Dzhusipbekov, G. O. Nurgalieva

(JSC «A. B. Bekturov institute of chemical sciences», Almaty, Kazakhstan)

STUDY SORPTION PROPERTIES OF SODIUM HUMATE REGARD TO COPPER IONS

The main objective of this work was to study the possibility of using sodium humate as a sorbent for water purification from copper ions. The maximum adsorption capacity of the 99% humate is copper at a concentration of 5 mg/l, 98% at a concentration of 50 mg/l and 75% at a concentration of 500 mg/l.

Keywords: humic substances, sodium humate, sorption, ions copper.