

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ТОРФА ПО Sr, Zn и Fe

С. А. ГЕВОРГЯН, С. С. АЙРАПЕТЯН и Д. А. МАРТИРОСЯН

Ереванский государственный университет
Армения, 0025, Ереван, ул. А. Манукяна, 1
E-mail: memofsla@mail.ru

Поступило 25 XII 2017

Методом ICP-MS исследованы процессы сорбции в статическом режиме нескольких металлов на образце торфа, взятого из бассейна оз. Севан (вблизи г. Варденис Гегаркуникского марза РА), и оценена сорбционная емкость торфа. Были исследованы сорбционные свойства природного торфа в сыром виде. Исследования проводились на основе модельного раствора, содержащего ионы металлов Sr, Fe и Zn.

Рис. 3, библиографических ссылок 15.

Ионы тяжелых металлов часто могут обнаруживаться в промышленных сточных водах, и их сброс в окружающую среду является серьезной угрозой из-за их высокой токсичности. Высокое содержание тяжелых металлов и радионуклидов в кислых стоках оказывает негативное влияние на биоразнообразие водной системы. Следы этих элементов могут проявляться различными способами от молекулярного состояния до коллоидных размеров и частиц микронного размера [1].

В настоящее время существуют различные (механические, физико-химические, химические и биологические) методы удаления загрязняющих металлов в водных системах. Среди физико-химических методов наиболее эффективна адсорбция. В последние годы для очистки воды большое внимание уделяется природным сорбентам или сорбентам, полученным на их основе. Адсорбенты на основе торфа могут быть использованы для решения широкого круга задач [2].

Торф является недорогим, доступным сорбентом для извлечения широкого круга загрязняющих веществ. Он может быть использован как самостоятельно, так и в качестве компонента в комбинированных сорбентах и сложных композитных материалах [3-5]. Торф является

природной биологически активной средой, и эта активность очень важна для использования в качестве сорбента. Любой тип обработки может влиять на биологическую активность и содержание влаги. Фильтрация торфом, как известно, обеспечивает высокий уровень очистки сточных вод [6].

Благодаря содержанию органических соединений, имеющих полярные функциональные группы, таких, как спирты, альдегиды, карбоновые кислоты, кетоны и др., торф имеет высокую емкость комплексообразования [7,8]. За последние три десятилетия различные виды торфа были использованы для получения экономически эффективных адсорбентов для обработки муниципальных и промышленных сточных вод [9-11]. Использование сорбентов на основе отходов и природных материалов является очень актуальной проблемой и вызывает большой интерес, потому что ресурсосбережение и охрана окружающей среды являются приоритетными направлениями, а использование отходов в промышленных масштабах становится экономически целесообразным [12-14].

Целью настоящей работы является изучение сорбционных свойств и оценка сорбционной емкости природного торфа в статическом режиме в отношении Sr, Zn и Fe.

Экспериментальная часть

Методы эксперимента. Для стандартизации испытуемого образца торфа его высушивали при температуре 105°C, потом измельчали и просеивали ситой 1 мм.

Процессы сорбции были проведены в статическом режиме на Jar-Test флокуляторе (Jar-Test flocculator 2000, Kemira, Finland). При постоянном перемешивании суспендируют по 5 г порошка торфа в 800 мл модельном растворе.

Приготовление модельного раствора. Модельный раствор вышеуказанных металлов был приготовлен растворением солей соответствующих металлов в дистиллированной воде. Содержание металлов в испытуемом модельном растворе составило Fe – 83 мг/л, Zn – 11 мкг/л, Sr – 570 мкг/л. Анализы были проведены методом ICP-MS на приборе "Agilent 8800 Triple Quadrupole ICP-MS" фирмы Agilent, США.

Обсуждение результатов

Определение сорбционной емкости сорбентов в зависимости от продолжительности сорбции часто не практикуется. Наиболее часто используются модели Ленгмюра и Фрейндлиха, где экспериментальные данные по сорбции получают, используя множество навесок сорбентов, что, в свою очередь, усложняет и делает нерентабельным проведение экспериментов для определения сорбционной емкости сорбентов. Экс-

периментальные данные, полученные в статическом режиме на одной навеске торфа, в этой работе интерпретируются согласно методике, описанной в [15].

Сорбция была оценена отношением C/C_0 , где C_0 – содержание металла в исходном растворе, а C – содержание металла в образцах воды, взятых после обработки раствора сорбентом через конкретные промежутки времени. Исходя из кривых $t - C/C_0$, согласно методике определения сорбционной емкости, описанной в [15], определена динамика насыщения торфа отдельными металлами. Функция $t-C/C_0$ не дает четкого представления о сорбционной емкости сорбента, и поэтому переход от функции $t-C/C_0$ к функции $t-q$ становится определяющим для выяснения процессов насыщения сорбента сорбатом, что очень важно для проектирования сорбционных процессов.

На рис. 1 представлены зависимости сорбции стронция от продолжительности проведения процесса сорбции (а) и кривой насыщения образца торфа стронцием (б) в статическом режиме. Из рис. 1а следует, что сорбция стронция на торфе происходит умеренно, и степень извлечения его из модельного раствора после 180 мин выдержки торфа составляет лишь 60%. Таким образом, 5 г торф насыщается стронцием в 800 мл модельном растворе, и его остаточная концентрация по стронцию составляет 40% (238 мг/л) (см. приготовление модельного раствора).

Для построения кривой насыщения торфа стронцием согласно методике, описанной в [15], на основе экспериментальных данных и уравнения кривой зависимости сорбции стронция от продолжительности выдержки торфяной суспензии (рис. 1а) строится кривая динамики насыщения торфа стронцием (рис. 1 б).

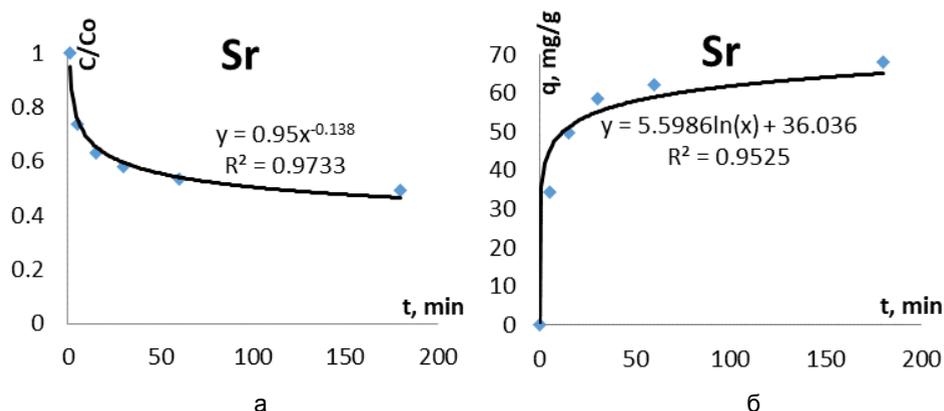


Рис. 1. Зависимость сорбции стронция из модельного раствора от продолжительности выдержки торфяной суспензии (а). Динамика насыщения торфа стронцием (б).

Из рис. 1б следует, что сорбционная емкость торфа по стронцию составляет около 65-70 мг/г. Необходимо отметить, что кривая зависимости $t-C/C_0$ дает ценную и наглядную информацию о том, насколько данный сорбент извлекает стронций из модельного раствора, что важно

с точки зрения выбора конкретного количества и типа сорбента при проектировании системы для практически полного извлечения данного металла из водного раствора.

На рис. 2 представлены зависимости сорбции цинка от продолжительности проведения процесса сорбции (а) и кривая насыщения образца торфа цинком (б) в статическом режиме. Из рис. 2а следует, что сорбция цинка на торфе происходит сравнительно более стремительно, чем у стронция, и степень извлечения его из модельного раствора после 180 мин выдержки торфа в модельном растворе составляет около 80%, что можно объяснить разницей исходных содержаний этих металлов в исходном маточном растворе. Остаточное содержание стронция после сорбции составляет 570 мг/л, а содержание цинка – всего лишь 11 мг/л, т.е. более чем в 50 раз меньше, однако полное извлечение цинка не происходит. Из рис. 2б следует, что сорбционная емкость торфа по цинку составляет 14 мг/г, что в 5 раз меньше, чем у стронция. При сравнении с сорбцией стронция селективность торфа по отношению к цинку намного меньше.

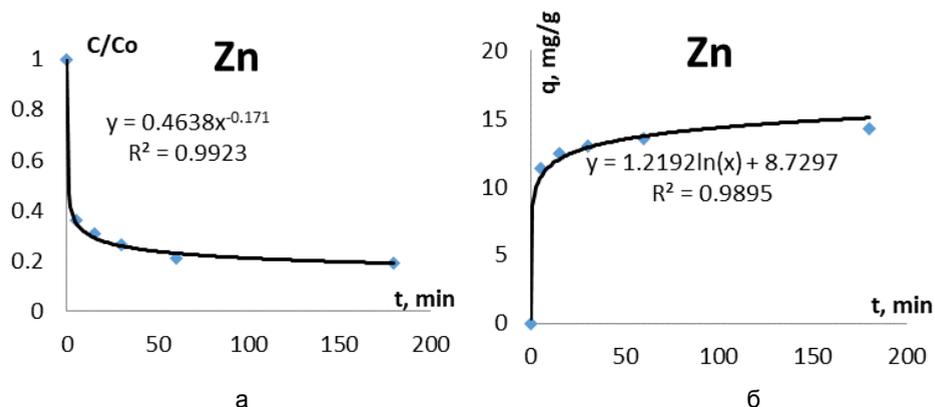


Рис. 2. Зависимость сорбции цинка из модельного раствора от продолжительности выдержки торфяной суспензии (а). Динамика насыщения торфа цинком (б).

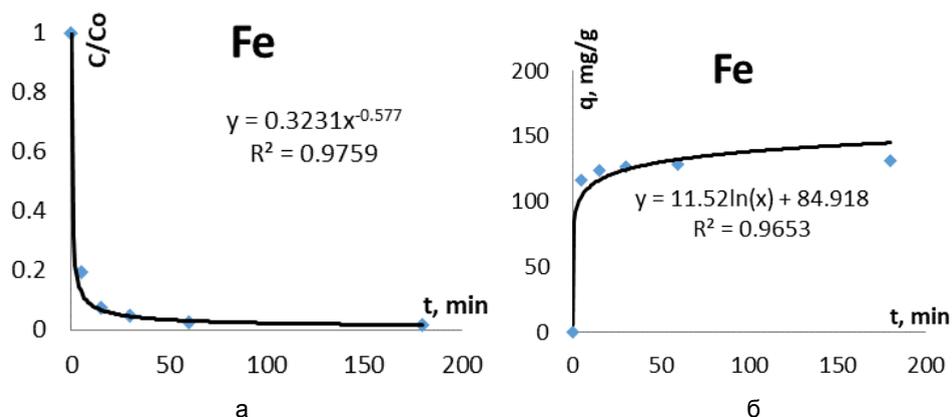


Рис. 3. Зависимость сорбции железа из модельного раствора от продолжительности выдержки торфяной суспензии (а). Динамика насыщения торфа железом (б).

В случае железа наблюдается практически полное извлечение из модельного раствора. Из рис. 3 следует, что сорбция железа торфом происходит довольно эффективно, и степень извлечения его доходит до 94% уже после экспозиции 5 мин. При этом значение $C/C_0 = 0.06$, что свидетельствует о том, что торф может стать эффективным средством для удаления железа из водных систем. После 180 мин экстракции C/C_0 снижается до 0, что означает, что извлечение железа торфом доходит до 99%. Причем, по сравнению с цинком, исходная концентрация составляет 83 мг/л, что в 7.5 раза повышает содержание цинка в модельном растворе. Причем динамика насыщения (рис. 3б) указывает на то, что сорбционная емкость по железу составляет около 120 мг/г.

Таким образом, торф можно с большой эффективностью использовать для удаления из воды таких металлов, какими являются Sr, Fe и Zn. Наибольшую селективность торф показывает по железу (с 99% извлечением).

ՏՈՐՓԻ ԸՍՏ Sr, Fe ԵՎ Zn ՍՈՐԲՅԻՈՆ ՈՒՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Ս. Ա. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Ս. Ս. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ և Դ. Ա. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ

ICP-MS եղանակով ուսումնասիրվել են ստատիկ ռեժիմում մի քանի մետաղների սորբցիոն գործընթացները տորֆի նմուշի վրա: Տորֆը վերցրվել է ՀՀ Գեղարքունիքի մարզի Սևանա լճի ավազանի Վարդենիսի Հանքավայրից: Տորֆի սորբցիոն հատկություններն ուսումնասիրվել են առանց դրա քիմիական ձևափոխությունների: Իրականացվել է փորձարարական տվյալների հիման վրա տորֆի Sr, Fe և Zn սորբցիոն ունակությունների գնահատում: Ցույց է տրվել տորֆի այս կամ այն մետաղով հագեցման դինամիկան, ինչը կարևոր է տարբեր սորբցիոն գործընթացների նախագծման համար: Ուսումնասիրություններն իրականացվել են մոդելային լուծույթի հիման վրա:

DETERMINATION OF SORPTION CAPACITY OF PEAT BY Sr, Zn and Fe

S. A. GEVORGYAN, S. S. HAYRAPETYAN and D. H. MARTIROSYAN

Yerevan State University
1, A. Manoukyan Str., Yerevan, 0025, Armenia
E-mail: memofsla@mail.ru

By ICP-MS method has been studied sorption processes of several heavy metals on peat samples taken from basin of lake Sevan (near Vardenis Gegharkunik region of Armenia). The peat samples were taken from different location from 1m depth. The sorption processes have been done in the static mode. The peat samples were used without any modification, i.e. it was studied the sorption properties of natural raw peat. Based on experimental data was performed determination of sorption capacity of peat by Sr, Zn and Fe. The dynamics were carried out on the basis of a model solution.

Thus, peat can be very effective sorption medium for removal of heavy metals from water. Most of them is absorbed in the first minutes of exposure peat with an aqueous solution. Sorption was estimated by the ratio C/C_0 , where C_0 is the metal content in the

initial solution, and C is the metal content in the water samples taken after treatment with the sorbent at specific time intervals. Peat can be used with great efficiency to remove metals such as Sr, Fe and Zn from water. When compared with sorption of strontium, the selectivity of peat in relation to zinc is much less but complete recovery of zinc does not occur. Peat shows the greatest selectivity for iron (with 99% recovery).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *McLaughlin R.A., Bartholomeew N.* // Soil Science Society of America Journal, 2007, v. 71, p. 537.
- [2] *Novoselova L.Yu., Sirotkina E.E.* // Solid fuel chemistry, 2008, v.42, p.251.
- [3] *Bailey S.E., Olin T.J., Bricka R.M., Dean D.* // Water Research, 1999, v. 33, p. 2469.
- [4] *Brown P.A., Gill S.A., Allen S.J.* // Water Research, 2000. v. 34, p. 3907.
- [5] *Eger P., Paulson E., Green. D.* 2008. The use of peat pellets to remove copper and cobalt from mine drainage. Proc. 25th Annual Meeting ASMR, Richmond, VA, June 14-19, 2008.
- [6] US 6,036,851, 2000.
- [7] *Cochrane E.L., Lu S., Gibbs S.W., Villaescusa I.* // J. Haz. Mat., B // 2006, v. 137, p.198.
- [8] *Al-Faqih L., Johnson P.D., Allen S.J.* // Bioresource Technol. ,2008, v. 99, p.1394.
- [9] *Fernandes A.N., Almeida C.A.P., Menezes C.T.B., Debacher N.A., Sierra M.M.D.* //J. Haz. Mat., 2007, v. 144, p.412.
- [10] *Kalmykova Y., Stromvall A.M., Steenari B.M.* // J. Haz. Mat., 2008, v. 152, p. 885.
- [11] *Sen Gupta B., Curran M., Hasan S., Ghosh T.K.* // J. Environ. Management, 2009, v. 90, p. 954.
- [12] *Morais L.C., Freitas O.M., Gonçalves E.P.* // Water Res., 1999, v. 33, p. 979.
- [13] *Ramirez Zamora R.M., Schouwenaars R., Duran Moreno A., Buitron G.* // Water Sci. Technol., 2000, v. 42, p. 119.
- [14] *Hasany S.M., Ahmad, R., Chaudhary M.H.* // Radiochim. Acta, 2003, v. 91, p. 533.
- [15] *Hayrapetyan S.S., Hayrapetyan M.S.* // International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 2017, v. 7 (6), p. 48.