



УДК 541.183

## Изотермы сорбции фенола концентратом глауконита и его фракциями

Вигдорович В.И.

*Тамбовский государственный технический университет, Тамбов.*

Цыганкова Л.Е., Акулов А.И.

*Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, Тамбов*

Поступила в редакцию 11.01.2012 г.

### Аннотация

Получены изотермы адсорбции фенола 95%-ным концентратом глауконита и его фракциями с эффективным поперечником частиц  $a \leq 45$ ;  $a \leq 63$ ;  $a \leq 90$  и  $a \leq 140$  мкм. Изучено влияние на вид изотерм предварительной термической обработки сорбента в интервале температур 200...400°C.

**Ключевые слова:** концентрат, глауконит, фенол, температура, термическая обработка, сорбция, изотерма, константы.

Isotherms of phenol adsorption by 95% glauconite concentrate and its fractions with effective diameter of particles  $a \leq 45$ ;  $a \leq 63$ ;  $a \leq 90$  and  $a \leq 140$   $\mu\text{m}$  have been obtained. Influence of temperature of sorbent previous thermal processing has been studied in 200...400°C range.

**Keywords:** concentrate, glauconite, phenol, temperature, thermal processing, sorption, isotherm, constants

### Введение

Ранее авторами работ [1,2] были рассмотрены некоторые физико-химические характеристики глауконитов, их химический состав, получены литературные данные по сорбционной способности катионов тяжелых металлов, органических соединений, исследовано влияние на изменение химического потребления кислорода модельных растворов при извлечении фенола и анилина. Показано, что при стадийном удалении фенола из непроточных перемешиваемых растворов глубина очистки достигает 99,6% [1]. Тот же эффект может быть получен посредством сорбции из проточных разбавленных растворов [3-5] при оптимизации величины рН очищаемых сред и линейной скорости их протекания через адсорбер [4].

Целью данной работы явилось изучение изотерм адсорбции фенола глауконитом и его фракциями в интервале температур 20...60°C.

## Эксперимент

Концентрацию фенола в непроточных растворах, перемешиваемых магнитной мешалкой, оценивали флюорографическим методом (установка «Флюорат-02-3М»). Исследуемый 95%-ный концентрат глауконита ГБМТО подвергали термической обработке при температурах 200, 250 и  $300 \pm 10^\circ\text{C}$  с последующим фракционированием. В качестве сорбента использовали ГБМТО с фракциями с эффективным поперечником частиц ( $a$ ), соответственно:  $a \leq 45$  мкм,  $a \leq 63$ ,  $a \leq 90$  мкм и  $a \leq 140$  мкм. Исходный фракционный состав приведен в работе [1].

Продолжительность эксперимента определялась временем достижения равновесия (50...250 мин). Использовали модельные растворы объемом 0,1 л с массой вводимого в них глауконита 0,5 г. Точность термостатирования модельных растворов  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

## Результаты и обсуждение

Глауконит относится к слоистым силикатам с жесткой структурой типа 2:1. Согласно [6], все минералы этой группы характеризуются наличием лишь внешней адсорбирующей поверхности, а их пористость обусловлена зазорами между контактирующими частицами. Величина удельной поверхности таких силикатов определяется дисперсностью частиц [6]. Структура слоистых силикатов 2:1 такова, что одна сетка Al- и Mg-октаэдров сочленена с двумя сетками Si-O-тетраэдров [7].

Изотермы адсорбции различных фракций концентрата глауконита представлены на рис. 1.

Для самой мелкой фракции с эффективным поперечником частиц  $a \leq 45$  мкм, подвергнутой термической обработке при  $400^\circ\text{C}$ , вид зависимости в координатах  $\Gamma$  (удельная адсорбция) -  $C$  (равновесная концентрация фенола) соответствует изотерме Ленгмюра с тремя хорошо выраженными участками АБ, БВ и ВГ (кривая 1). Однако для всех более крупных фракций, включающих и частицы с эффективным поперечником  $a \leq 45$  мкм, изотерма адсорбции фенола при комнатной температуре имеет S-образный вид (кривые 2-4). Причем в области малых равновесных концентраций до 0,18 ммоль/л полученные изотермы заметно расходятся, а затем на участке предельной удельной адсорбции сливаются в единую зависимость. Подобный вид изотерм класса L (тип Ленгмюра) встречается достаточно часто [8] и обычно хорошо воспроизводим.

Представляло интерес оценить вид изотермы адсорбции исходного 95%-го концентрата глауконита, не подвергнутого термической обработке, и влияние на ход кривой повышения температуры модельного раствора, при которой сорбируется оксибензол (рис.2). Изотерма адсорбции имеет классический ленгмюровский вид. Установлено, что зависимости, полученные при 20, 40 и  $60^\circ\text{C}$  практически совпадают (рис. 2, кривые 1, 2 и 3).

Термическая обработка концентрата глауконита существенно меняет характер изотерм адсорбции фенола (рис.2, кривые 4,5 и 6). Они приобретают S-образный вид, а величина удельной адсорбции при  $C_{\text{равн}} = \text{const}$  резко возрастает и приближается к подобной зависимости, наблюдаемой на фракциях с  $a \leq 63$  мкм (рис.1, кривые 2, 3 и 4).

Известно, что аналитическое выражение изотермы Ленгмюра имеет вид:

$$\Gamma = \frac{K_2 K_1 C}{1 + K_1 C}, \quad (1)$$

где  $K_2$  – предельная удельная адсорбция,  $K_1$  – константа адсорбционного равновесия,  $C$  – равновесная концентрация. Константы  $K_1$  и  $K_2$  являются функцией природы адсорбата, адсорбента, характера его предварительной обработки и условий сорбции.

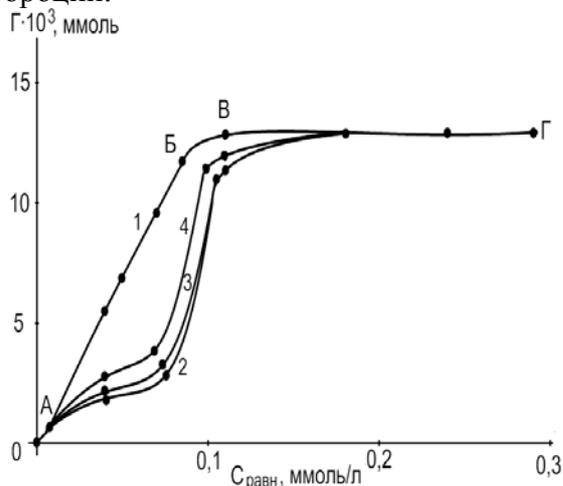


Рис. 1. Изотермы адсорбции фенола фракциями концентрата глауконита при 20°C, подвергнутыми предварительной термической обработке при 400°C. Эффективный поперечник частиц фракций (а) в мкм: 1 – 45, 2 – 63, 3 – 90, 4 – 140

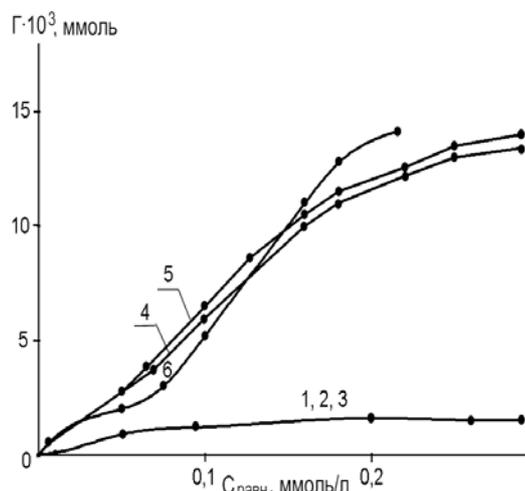


Рис. 2. Изотермы адсорбции фенола концентратом глауконита без разделения на фракции и предварительной термической обработки (1-3) и с термической обработкой при температуре: 4–200°C, 5–250°C, 6–300°C. Температура раствора при сорбции фенола: 1-4 – 20°C, 5 – 40°C, 6 – 60°C

Для оценки их абсолютной величины уравнение (1) преобразовано к виду:

$$\frac{C}{\Gamma} = \frac{1}{K_1 K_2} + \frac{C}{K_2}, \quad (2)$$

Зависимость (2) в лэнгмюровских координатах  $C/\Gamma - C$  представляет собой уравнение прямой линии (рис. 3).

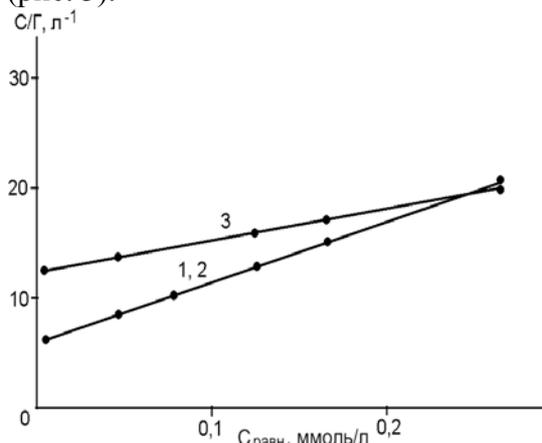


Рис. 3. Изотермы сорбции фенола (при 20°C) концентратом глауконита, представленные в лэнгмюровских координатах. 1, 2 – фракции с эффективным поперечником частиц (а), мкм: 1 – 45, 2 – 63, 3 – концентрат глауконита без разделения на фракции.

Температура предварительной термической обработки: 1 и 2 – 400°C, 3 – 200°C.

Установлено, что для фракций с  $a \leq 45$  мкм и  $a \leq 63$  мкм, подвергнутых термической обработке при  $400^{\circ}\text{C}$ , наблюдается единая зависимость (рис. 3, кривые 1, 2). Рассчитанные из них величины  $K_1$  и  $K_2$  равны соответственно  $3 \cdot 10^{-3}$  л/моль и 54 ммоль/г.

Для концентрата глауконита, обработанного при  $200^{\circ}\text{C}$ , значения  $K_1$  и  $K_2$  соответственно составляют  $3 \cdot 10^{-3}$  л/моль и 28,6 ммоль/г.

### Заключение

Адсорбция фенола на 95%-ном концентрате глауконита и его фракциях удовлетворительно описывается изотермой Ленгмюра. Сорбционная способность концентрата глауконита и его фракций возрастает после проведения их термической обработки в интервале  $200 \dots 400^{\circ}\text{C}$ . Наибольшей сорбционной способностью обладает самая мелкая фракция с  $a \leq 45$  мкм. Удельная адсорбция фенола глауконитом и его фракциями при температуре предварительной термообработки  $400^{\circ}\text{C}$  составляет 54 ммоль/л.

### Список литературы

1. Вигдорович В.И., Николенко Д.В., Акулов А.И., Румянцев Ф.А. Адсорбционная способность глауконита Бондарского месторождения Тамбовской области // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.10. № 1. С. 121 – 126.
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Акулов А.И. Извлечение фенола из водных растворов глауконитом // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.10. № 4. С. 500 – 505.
3. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Николенко Д.В., Акулов А.И. Извлечение ионов меди(II) и фенола в проточном растворе глауконитом Бондарского района Тамбовской области // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.10. № 6. С. 930 – 937.
4. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Акулов А.И. Влияние pH на извлечение фенола в проточном растворе глауконитом ГБРТО и его фракциями // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т.11. № 2. С. 256 – 262.
5. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Акулов А.И. Сорбция фенола глауконитом ГБРТО из его разбавленных растворов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2011. Т.11. № 5. С. 673 – 678.
6. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. Киев: Наукова думка, 1981. 208 с.
7. Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. Адсорбция на глинистых минералах. Киев: Наукова думка, 1975. 352 с.
8. Парфит Г., Рочестер Р. Адсорбция малых молекул. // В кн.: Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел. (под ред. Г. Парфита, Р. Рочестера). М.: Мир, 1986. С. 16 – 63.

---

**Вигдорович Владимир Ильич** - д.х.н., заслуженный деятель науки техники РФ, профессор кафедры «Химия наноматериалов» Тамбовского государственного технического университета, Тамбов

**Vigdorovich Vladimir I.** – doctor of chemical sciences, professor of department "Chemistry of nanomaterials" in Tambov State Technical University, Tambov

**Цыганкова Людмила Евгеньевна** - д.х.н., профессор, зав кафедрой аналитической и неорганической химии Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, Тамбов

**Акулов Антон Иванович** – аспирант 3-го года обучения кафедры аналитической и неорганической химии Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, Тамбов

**Tsygankova Lyudmila E.** – doctor of chemical sciences, professor, chief of analytic and inorganic chemistry department in Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov.

**Akulov Anton I.** – post-graduate student of 3<sup>d</sup> year in Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov