

## Исследование сорбции ионов свинца гуминовыми кислотами

© Звекон\* Александр Андреевич, Зверев Антон Сергеевич,  
Каленский Александр Васильевич, Булгакова Ольга Николаевна,  
Ананьева Марина Владимировна, Никитина Анастасия Сергеевна,  
Ильякова Наталья Николаевна, Кречетов Александр Георгиевич<sup>+</sup>  
Кемеровский государственный университет. ул. Красная, б. г. Кемеро, 650043. Россия.  
Тел.: +7 (384-2) 58-12-26. E-mail: zvekova@gmail.com

\*Ведущий направление; <sup>+</sup>Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** гуминовые кислоты, сорбция ионов металлов, потенциометрическое титрование, спектроскопия поглощения, флуоресценция, константа устойчивости.

### Аннотация

В работе проведено сравнение различных методик исследования состояния равновесия системы гуминовые кислоты – ионы свинца. В качестве образцов использовались гуминовые кислоты, выделенные из бурого угля. Показано, что подготовка гуминовой кислоты при помощи ее растворения в избытке гидроксида натрия с последующим осаждением эквивалентным количеством азотной кислоты обеспечивает высокую скорость установления равновесия при ее вступлении в химические реакции. Методом рН-метрического титрования определено содержание кислотных центров в образце гуминовых кислот, выделенных из бурого угля Тисульского месторождения, которое составляет  $3.1 \pm 0.5$  ммоль/г, что согласуется с содержанием карбоксильных групп по результатам ЯМР  $C^{13}$  анализа. С использованием потенциометрического титрования с ион-селективным электродом, экстракционно-фотометрического и люминесцентного метода исследовано состояние равновесия в системе гуминовые кислоты – ионы свинца. Показано, что зависимость удельного количества связанных ионов свинца от их концентрации в растворе может быть описана уравнением Ленгмюра с параметрами  $S_{\infty} = 0.15$  ммоль/г и  $K = 2.1 \cdot 10^4$  л/моль. При высоких концентрациях гуминовой кислоты начинается агрегация, приводящая к снижению количества доступных центров связывания металла. Показано, что увеличение концентрации ионов свинца приводит к тушению люминесценции, которое может быть описано моделью Райана-Вебера с той же константой связывания и удельным количеством центров связывания 0.04 ммоль/г. Методика экстрагирования свинца из комплекса с гуминовой кислотой в виде дитизоната приводит к меньшим значениям удельных количеств связанных ионов, чем при использовании потенциометрического и люминесцентного подходов.

### Выходные данные для цитирования русскоязычной версии статьи:

Звекон А.А., Зверев А.С., Каленский А.В., Булгакова О.Н., Ананьева М.В., Никитина А.С., Ильякова Н.Н., Кречетов А.Г. Исследование сорбции ионов свинца гуминовыми кислотами. *Бутлеровские сообщения*. 2022. Т.72. №11. С.42-51. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-72-11-42

или

Alexander A. Zvekov, Anton S. Zverev, Alexander V. Kalenskii, Olga N. Bulgakova, Marina V. Anan'eva, Anastasia S. Nikitina, Natalia N. Ilyakova, Alexander G. Krechetov. The experimental research of lead ions' sorption by humic acids. *Butlerov Communications*. 2022. Vol.72. No.11. P.42-51. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-72-11-42. (Russian)