

АДСОРБЦИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АЛЮМОСИЛИКАТАХ И ИХ КОМПОЗИТАХ

Багмат Д.А.

г. Саратов, Медицинского лицея ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского
Минздрава России, II «Б» класс

Научный руководитель: Косарев А.В., г. Саратов, к.х.н., доцент кафедры «Экология»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/13/26751>.

Проблема очистки промышленных сточных вод, загрязненных тяжелыми металлами, является в настоящее время актуальной для промышленной экологии. Одним из перспективных способов очистки сточных вод является адсорбционный. В фундаментальном обзоре освещены механизмы этого процесса, охарактеризовано влияние жидкой фазы на этот процесс. Авторами изучаются требования, предъявляемые к композиционным системам на основе сорбентов. Вместе с тем, формирование нано структурной организации сорбента повышает его эффективность. При этом одним из наиболее эффективных классов сорбентов следует назвать цеолиты. Эффект композиции цеолитных сорбентов может оказывать усиливающее действие на их сорбционную способность.

Цель нашей работы – определение равновесных характеристик адсорбционной активности углей марок БАУ-А и КАУ по отношению к ионам Cu^{2+} и Co^{2+} , а также минеральных сорбентов – вермикулита и клиноптилолита, а также композитов на их основе. Для достижения поставленной цели нами решались следующие задачи:

- исследование применимости моделей адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха, Ленгмюра-Фрейндлиха;
- установление механизма адсорбции ионов Cu^{2+} и Co^{2+} на указанных системах;
- определение равновесных характеристик процесса адсорбции;
- определение влияния углей КАУ и БАУ на эффективность адсорбции Cu^{2+} и Co^{2+} вермикулитом и клиноптилолитом.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности алюмосиликатных адсорбентов путем соз-

давая композиционных адсорбентов на их основе.

Описание эксперимента

В водные растворы соли металлов (Cu^{2+} , Co^{2+}) помещали навеску сорбента и выдерживали несколько часов на ультразвуковом шейкере, после чего отфильтровывали сорбент и определяли остаточную концентрацию металла в водном растворе. Ионы меди Cu^{2+} определялись в аммиачном растворе фотометрическим методом, ионы Co^{2+} фотометрическим методом с помощью нитрозо-р-соли.

Определение Cu^{2+} в аммиачном растворе

Реактивы и оборудование. Фотоэлектроколориметр КФК-3, кюветы с толщиной поглощающего слоя 10 мм. 2. Бюретка емкостью 25,00 мл. 3. Мерный цилиндр емкостью 10 мл. 4. Мерные колбы емкостью 50,00 мл. 5. Сульфат меди, CuSO_4 , стандартный раствор (1 мг/мл). 6. Аммиак NH_3 , разбавленный раствор 1:1.

Выполнение работы 1. Приготовление эталонных растворов В мерные колбы емкостью 50 мл отмеряют пипеткой или бюреткой 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 и 10,0 мл стандартного раствора ионов меди. В каждую из колб добавляют по 10 мл раствора аммиака (1:1), доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Рассчитывают концентрацию меди (мг/мл) в каждой пробе. Через 5-7 минут после приготовления растворов измеряют их оптическую плотность [6]. Также определялись оптические плотности растворов, содержащих ионы Cu^{2+} , подвергшихся действию адсорбента (растворы-задачи).

Определение Co^{2+} с помощью нитрозо-р-соли

Реактивы и оборудование
1. Фотоэлектроколориметр КФК-3, кюветы с толщиной поглощающего слоя 10 мм.
2. Бюретка емкостью 25,00 мл.
3. Мерный цилиндр емкостью 10 мл.
4. Мерные колбы емкостью 50,00 мл.
5. Азотная кислота, пл. 1, 4; ГОСТ 4461-77

6. Уксусная кислота ледяная, х. ч., ГОСТ 61-75.

7. Натрий лимоннокислый (трехзамещенный), ГОСТ 22280-76, ч. д. а., 20% раствор.

8. Натрий уксуснокислый, ГОСТ 199-78, ч. д. а., 40% раствор.

9. Натрий уксуснокислый перед приготовлением раствора предварительно отмывают от примесей цинка раствором дитизола в четыреххлористом углероде

10. Нитрозо-Р-соль, ГОСТ 10553-75, 0,05% водный раствор

11. Кобальт сернокислый ($\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$), ГОСТ 4462-78, ч. д. а.

12. Ортофосфорная кислота по ГОСТ 6552-80, ч. д. а., 85%

13. Смесь ортофосфорной и азотной кислот 5:2.

14. Перекись водорода, ГОСТ 10929-76.

15. Ацетатно-натриевые буферные растворы с рН 4,7 и 3,5.

Выполнение работы. Исходными растворами являются:

1) 1 н. раствор уксусной кислоты, который готовят разбавлением 60 мл CH_3COOH дистиллированной водой до 1 л;

2) 1 н. раствор уксуснокислого натрия получают растворением 82 г безводной или 136 г водной соли.

Приготовление буферного раствора с рН 4,7: берут 500 мл 1 н. раствора CH_3COOH и смешивают с 500 мл 1 н. раствора уксуснокислого натрия.

Приготовление буферного раствора с рН 3,5: берут 925 мл 1 н. раствора CH_3COOH и смешивают с 75 мл 1 н. раствора уксуснокислого натрия.

Ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8.

Серная кислота пл. 1,84, ГОСТ 4204-72

Исходный стандартный раствор кобальта с содержанием 100 мкг/мл готовят в мерной колбе емкостью 100 мл. Для чего 0,0477 г сульфата кобальта растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды, добавляя 1 мл серной кислоты (пл. 1,84). Объем раствора в колбе доводят водой до метки. Рабочие стандартные растворы кобальта с содержанием 10

и 1 мкг/мл готовят соответствующим разбавлением исходного стандартного раствора бидистиллированной водой. Для построения калибровочного графика в ряд колб вносят рабочие стандартные растворы кобальта с содержанием 0-1,0-5,0-10,0-15,0-25,0-30,0-40,0 мкг, объем доводят до 60 мл буферным ацетатно-натриевым раствором. Содержимое колб перемешивают, переносят в стаканы, прибавляют по 1 мл концентрированной азотной кислоты и перекиси водорода. Смесь выпаривают до кристаллизации солей. Операцию повторяют дважды и далее обрабатывают в условиях анализа пробы. Окрашенные растворы стандартов фотометрируют при длине волны 536 нм. По полученным средним результатам из пяти определений каждого стандарта строят график зависимости оптической плотности от количества кобальта. Также определялись оптические плотности растворов, содержащих ионы Cu^{2+} , подвергшихся действию адсорбента (растворы-задачи).

Выводы

1. Формирование адсорбционных слоёв для систем « Cu^{2+} (Co^{2+}) – вермикулит и клиноптилолит» происходит с формированием преимущественно мономолекулярных слоёв и описывается изотермой адсорбции Ленгмюра.

2. Достижение предельной адсорбционной емкости для систем « Cu^{2+} (Co^{2+}) – КАУ и БАУ-А» достигается раньше установления межфазного распределения ионов металла между объемом раствора и адсорбента.

3. Добавление указанных углей к вермикулиту и клиноптилолиту приводит к формированию смешанных слоёв «адсорбент-адсорбат», что удачно описывается изотермой адсорбции Ленгмюра-Фрейндлиха.

4. Формирование композиционных угле-минеральных адсорбентов на основе изученных компонентов отвечает формированию композиционного адсорбента, активность которого в отношении ионов Cu^{2+} и Co^{2+} отличается от таковой для отдельных составляющих адсорбента.