

УДК 549.5.17.2; 544.774

**СОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ИОНОВ СВИНЦА (Pb) ЧАСТИЦАМИ СОРБЕНТОВ  
НА ОСНОВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Р. Р. Ильясова, канд. хим. наук, доцент**

**Э. Д. Мирхайдарова, студентка 5 курса**

**Ф. Д. Гимашева, студентка 4 курса**

**Башкирский государственный университет**

**г. Уфа**

Свинец – тяжелый металл, имеющий свойство кумулироваться в организме. Даже небольшая доза, систематически поступающая в организм человека и животных, приводит к накоплению данного токсичного вещества. Чтобы получить отравление, достаточно дозы 1 мг свинца на 1 л воды. В больших густонаселенных городах норма вещества часто превышена в несколько раз по сравнению с ПДК ионов свинца (Pb) в питьевой воде (0,03 мг/л) [1].

При недостаточной очистке вода с ионами свинца подается в жилые дома, где ежедневно используется для приготовления пищи. При кипячении вредность вещества не уменьшается. При этом металл длительное время бессимптомно накапливается в организме. Хроническое отравление при длительном поступлении небольших доз яда остается незамеченным. Первые клинические симптомы неспецифичны – слабость, утомляемость, снижение работоспособности, потеря аппетита остаются без внимания как пострадавших, так и врачей. Однако со временем могут развиваться тяжелые последствия от отравления ионами свинца: нарушения в работе центральной нервной системы вплоть до энцефалопатии (поражения мозга), хронической почечной недостаточности, паралича периферической нервной системы (паралича кистей и ног), остеомалации (размягчению костей). Особенно опасен свинец для детей, в том числе новорожденных, поскольку соединения свинца поражают мозг ребенка, приводя к снижению интеллектуального развития, слабоумию и олигофрении, анемии и другим негативным последствиям [2].

В естественные водоёмы соединения свинца попадают с атмосферными осадками. Но наибольший вклад в загрязнение водных источников вносит деятельность человека. Огромное количество свинца поступает в воду со стоками промышленных и горно-обогатительных предприятий. Бытовые отходы, сжигание угля – так же одни из самых распространённых способов попадания тяжёлых металлов в грунтовые и открытые воды.

В настоящее время для очистки промышленных сточных вод используются различные методы. Одним из способов, применяющихся на стадии доочистки воды, является сорбционный с использованием в качестве сорбентов различных материалов неорганического происхождения, в частности угля, оксидов металлов. Однако в данной области имеются свои проблемы: недостаточная

сорбционная активность сорбционных материалов, а также высокие энергозатраты на поддержание процесса сорбции.

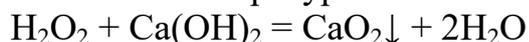
Авторами исследована возможность использования материалов на основе частиц наноразмерных оксида железа (III) и пероксида кальция с целью разработки эффективных сорбентов по отношению к ионам свинца (II).

Наноразмерный оксид железа (III) получен взаимодействием растворов солей железа (3+) и аммиаком при нагревании по известной реакции [3]:



В качестве стабилизатора размера частиц впервые использован гидротартрат калия  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ , который способствовал сохранению частиц оксида железа (III) в наноразмерном диапазоне около 6 месяцев. Размер частиц оксида железа (III) измерен с помощью лазерного анализатора фирмы «Шимадзу» и составил в среднем 20 нм.

Синтез пероксида кальция с выходом около 70 % осуществлён по известной реакции взаимодействия суспензии гашёной извести и 30%-ного раствора пероксида водорода при комнатной температуре:



Измерениями установлено, что размер частиц синтезированного  $\text{CaO}_2$  находится в интервале от 79 нм до 71 мкм.

Сорбция ионов свинца (II) частицами вышеуказанных материалов изучена в статическом режиме [4]. Количественный анализ ионов свинца (II) до и после сорбции проведен методами фотометрии и атомной абсорбции по известным методикам [5,6].

Установлены оптимальные условия сорбции ионов свинца (II):

1. На частицах оксида железа (III): pH 6,5; температура 30°C, время контакта фаз (сорбата и сорбента) 30 минут, соотношение массы сорбента к объему водного раствора соли 1г: 25мл раствора соли.

2. На частицах пероксида кальция: pH 6,2; температура 30°C, время контакта фаз (сорбата и сорбента) 10 минут, соотношение массы сорбента к объему водного раствора соли 1,5г: 25мл раствора соли.

Эффективность сорбции исследована по измерению степени извлечения R (%) по формуле [7]:

$$R = [C_0 - C / C_0] \times 100\%$$

где  $C_0$  – концентрация определяемого соединения в водном растворе до сорбции (исходная), моль/л;

$C$  – концентрация в растворе после сорбции (равновесная), моль/л.

Результаты экспериментов показали, что степень извлечения ионов свинца (II) составила:

1. Частицами оксида железа (III) 96 %.

2. Частицами пероксида кальция 98%.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой сорбционной эффективности изученных материалов по отношению к ионам свинца (II). Также применение данных сорбентов не требует дополнительного воздействия для поддержания процесса сорбции: значения pH сорбции близки к нейтральным, температура сорбции близка к комнатной, расход сорбентов

относительно небольшой – требуется примерно 40 – 50 кг сорбентов на тонну воды. Данные материалы можно рекомендовать использовать для сорбционной очистки сточных вод от ионов свинца (II).

#### Список литературы:

1. water2you.ru
2. otravlenye.ru
3. *Лидин Р.А. и др.* Химические свойства неорганических веществ/ - М.: Химия, 2000. – 500 с.
4. *Попкова В.А, Бабкова А.В.* Практикум по общей химии. Биофизическая химия/ - М.: Высшая школа. 2001, - 300 с.
5. *Копылова В.Д.* Физико-химические методы анализа/ - М.: Наука, 2012, - 300 с.
6. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (ПНД Ф 16.1: 2.2: 2.3.36-02).
7. Физическая и коллоидная химия/ - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008, - 701 с.