

УДК 544.723.2

## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА В МЕТОДИКЕ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

Фам Тхань Минь, О.Е. Лебедева

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия,  
e-mail: phamthanhminhnrld@gmail.com*

*Рассмотрены характеристики частиц оксида железа и результаты оценки его адсорбционной способности по отношению к метиленовому голубому, бриллиантовому зеленому, конго красному, дубильной кислоте и ионам  $Pb^{2+}$ . Установлено, что основная роль частиц оксида железа в составе сорбента состоит в обеспечении магнитных свойств материалов, достаточных для отделения сорбента от раствора.*

*The characteristics of iron oxide particles and the results of estimation of their adsorption capacity towards methylene blue, brilliant green, congo red, tannic acid and  $Pb^{2+}$  ions were considered. It has been established that the key role of iron oxide particles in the sorbent composition is to ensure the magnetic properties of materials for separating the sorbent from the solution.*

Интерес к частицам оксидов железа, внедренным в различные матрицы, обусловлен, прежде всего, перспективами их практического применения. Они могут использоваться в катализе, для записи информации со сверхвысокой плотностью, решения некоторых медицинских задач, создания сверхмощных магнитов, для системы целенаправленного переноса биологически активных и лекарственных соединений [1]. Относительно новой областью применения частиц оксидов железа является очистка сточных вод, где они важны для отделения сорбентов от раствора [2].

В данной работе исследовали возможность применения частиц оксидов железа в методике магнитной сепарации для отделения порошкообразных адсорбентов от раствора с помощью внешнего магнитного поля.

Для получения магнитных частиц оксида железа  $Fe_3O_4$  использовали магнетит, порошок которого получали в щелочной среде из смеси соли трехвалентного железа и сульфита натрия [3].

Некоторые характеристики полученных частиц оксидов железа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические свойства  $Fe_3O_4$

Наименование, единицы измерения	Значение
Гидродинамический размер, нм	294,5
Дзета–потенциал при рН 7, мВ	+7,70
Площадь удельной поверхности, м <sup>2</sup> /г	69,30
Объем пор, см <sup>3</sup> /г	0,20
Средний диаметр пор, нм	11,48
Намагниченность насыщения, э.м.э./г	73,60

Из таблицы 1 видно, что площадь удельной поверхности частиц достаточно велика, и оксид железа способен проявлять определенную поглотительную способность. Положительное значение дзета–потенциала позволяет ожидать образования устойчивой коллоидной системы в водной среде [4]. Величина намагниченности высока, материалы с таким значением хорошо притягиваются магнитом, что может быть использовано для отделения сорбентов от раствора [5].

Оценка адсорбционной способности материала выполнена по отношению к метиленовому голубому, бриллиантовому зеленому, конго красному, дубильной кислоте и ионам  $Pb^{2+}$ . Результаты показали, что изотермы адсорбции всех сорбатов на  $Fe_3O_4$  хорошо описывается уравнением Ленгмюра. Параметры изотерм, рассчитанные в рамках моделей Ленгмюра и Фрейндлиха, представлены в таблице 2.

Приведенные в таблицы 2 данные показывают, что адсорбционная способность синтезированного магнетита  $Fe_3O_4$  по отношению к изучаемым сорбатам довольно низка. Для применения в процессах сорбционной очистки такая способность недостаточна, и применять оксид железа следует в сочетании с другими сорбентами. Композиция из магнитных частиц и сорбентов низкой стоимости представляет значительный интерес.

Таблица 2 - Параметры изотерм адсорбции изучаемых сорбатов на Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, рассчитанные по моделям Ленгмюра и Фрейндлиха

Сорбат	Модель Ленгмюра			Модель Фрейндлиха		
	K <sub>л</sub> , л/ммоль	Г <sub>max</sub> , ммоль/ г	R <sup>2</sup>	K <sub>F</sub> , ммоль <sup>(1-1/n)</sup> л <sup>(1/n)</sup> г <sup>-1</sup>	1/n	R <sup>2</sup>
Метиленовый голубой	10,74	0,10	0,954	0,19	0,63	0,864
Бриллиантовый зеленый	21,12	0,08	0,991	0,61	0,20	0,929
Конго красный	28,35	0,03	0,988	0,08	0,59	0,921
Дубильная кислота	93,23	0,01	0,996	0,04	0,52	0,909
Pb <sup>2+</sup>	8,47	0,07	0,984	0,10	0,57	0,863

Таким образом, можно сделать вывод, что основная роль частиц оксида железа в технологиях охраны окружающей среды состоит в обеспечении магнитных свойств сорбционных и ионообменных материалов для отделения этих материалов от растворов методом магнитной сепарации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Келлерман Д.Г. Магнетохимия. Екатеринбург. 2008.
2. Туранская С. П., Каминский А.Н., Кусяк Н.В. и др. Поверхность. 2012. Т. 4. № 19. С. 266.
3. Zhang L., Zhu X., Zheng S., Sun H. Biochemical Engineering Journal. 2009. V. 46. N 1. P. 83.
4. Савицкая Т. А. Коллоидная химия: строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем. БГУ. 2011.
5. Толмачева В. В. Магнитные сорбенты на основе сверхсшитого полистирола: синтез, свойства и аналитическое применение для онцентрирования тетрациклинов и сульфаниламидов. Москва. 2016.