

РАЗРАБОТКА СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Введение

В настоящее время разработка способа утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО) серьёзная проблема, из-за неуклонного накопления мусора и дорогих методов его удаления. Полиэтилентерефталат (ПЭТ) является основным компонентом многих видов ТБО, в частности бутылок пластиковой тары. Проблемой их утилизации является высокая химическая и биологическая устойчивость ПЭТ, что приводит к быстрому росту накопления отходов. В данной работе проведён способ получения углеродных адсорбентов методом пиролиза полиэтилентерефталата и исследование его адсорбционных свойств по отношению к ионам Fe^{3+} .

Состав и свойства полиэтилентерефталата

Аморфный полиэтилентерефталат – твердый прозрачный с серовато-желтоватым оттенком. По своему происхождению ПЭТ – это насыщенный полиэфир этиленгликоля и терефталевой кислоты, его химическая формула $(C_{10}H_8O_4)_n$. Деструкция ПЭТ на воздухе начинается при температуре на $500\text{ }^{\circ}C$ ниже, чем в инертной среде. Разлагается под действием УФ-излучения. ПЭТ – хороший диэлектрик, электрические свойства полиэтилентерефталата при температурах до $180\text{ }^{\circ}C$ даже в присутствии влаги изменяются незначительно [1]. Полиэтилентерефталат обладает высокой механической прочностью и ударостойкостью, устойчивостью к истиранию и многократным деформациям при растяжении и изгибе и сохраняет свои высокие ударостойкие и прочностные характеристики в рабочем диапазоне температур от $-40\text{ }^{\circ}C$ до $+60\text{ }^{\circ}C$ [2]. Полиэтилентерефталат имеет высокую химическую стойкость к бензину, маслам, жирам, спиртам, эфиру, разбавленным кислотам и щелочам. ПЭТ не растворим в воде и многих других органических растворителях. Растворим лишь при $40-150\text{ }^{\circ}C$ в фенолах и их алкил- и хлорзамещенных, анилине бензиловом спирте, хлороформе, пиридине, дихлоруксусной и хлорсульфоновой кислотах, метилхлориде, метилэтилкетоне, этилацетате, четыреххлористом

углероде и др. Неустойчив к кетонам, сильным кислотам и щелочам [3].

Экспериментальная часть

Получение углеродного адсорбента методом пиролиза

Нарезанные образцы материалов из ПЭТ помещали в герметично закрытую калометрическую бомбу, которую нагревали до 400 °С в лабораторной муфельной печи марки UMEGA с газоотводной системой. Образцы, полученные пиролизом, имели чёрный цвет и характерный запах. Продукты пиролиза были измельчены и просеяны через сито с размером ячеек 0,16 мм.

Исследование адсорбции ионов Fe^{3+} продуктами пиролиза ПЭТ

Известная качественная реакция на Fe^{3+} с роданидом, используется в фотометрическом анализе, на основании способности ионов Fe^{3+} создавать цветные роданидные комплексы.

Построение градуировочного графика

Оптическую плотность растворов, содержащих ионы Fe^{3+} , определяли при длине волны 480 нм в кювете с $l=1$ см на спектрофотометре Specord 50 PLUS, Analytik Jena AG, Германия.

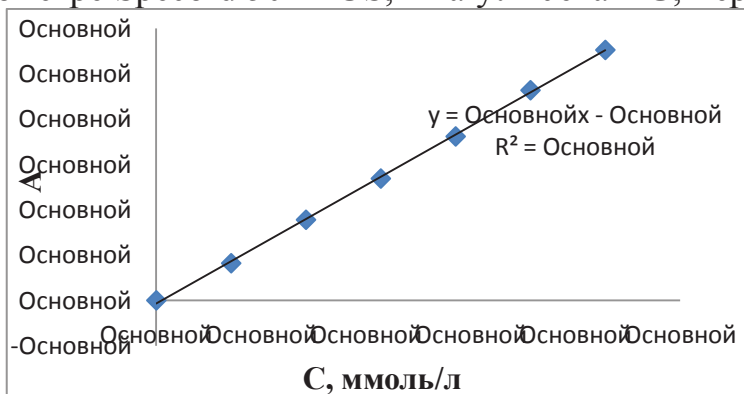


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от концентрации ионов Fe^{3+}

Методика исследования кинетики ионов Fe^{3+}

По 1 г адсорбента поместили в каждую из 5 конических колб, добавили по 100 мл водного раствора с концентрацией ионов Fe^{3+} 0,089 ммоль/л и проводили адсорбцию в течение 1, 5, 15, 30, 60, 120, 180 мин и 24 часов. После выдержки заданного времени растворы перемешали и отфильтровали с помощью фильтра «белая лента». Из полученного фильтрата отобрали пробу 40 мл и добавили по 3 капли азотной кислоты, по 5 мл 10% раствора тиоцианата калия. После перемешивания измерили оптическую плотность каждого раствора с параметрами, как и в градуировочном графике. По градуировочному графику, с помощью уравнения регрессии $y=a+bx$, где a и b –

коэффициенты регрессии, вычислили концентрацию ионов Fe^{3+} в исследуемых растворах в ммоль/л.

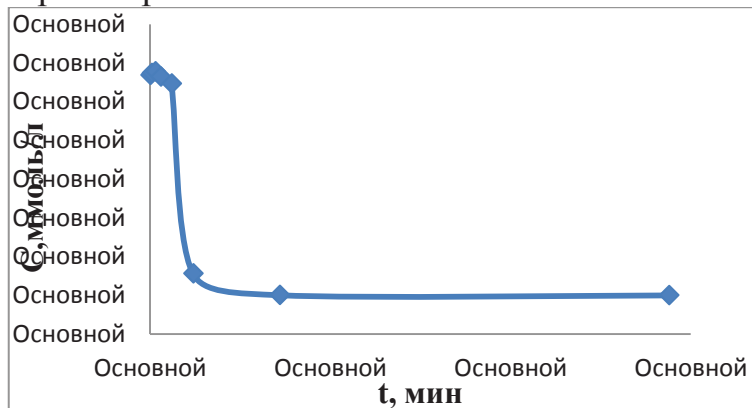


Рис. 2. Изменение концентрации ионов Fe^{3+} во времени

С помощью графика (рис. 2) определено время, при котором устанавливается адсорбционное равновесие (360 мин.). Это время используется для построения изотермы адсорбции ионов Fe^{3+} (рис. 3).

Изотерма адсорбции ионов Fe^{3+} :

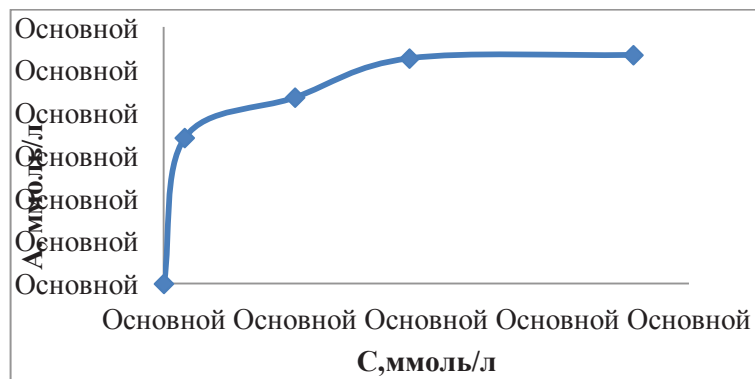


Рис. 3. Изотерма адсорбции ионов Fe^{3+} , $t = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$

Линейризацию изотермы провели по Фрейндлиху $\ln A = f(\ln C)$.

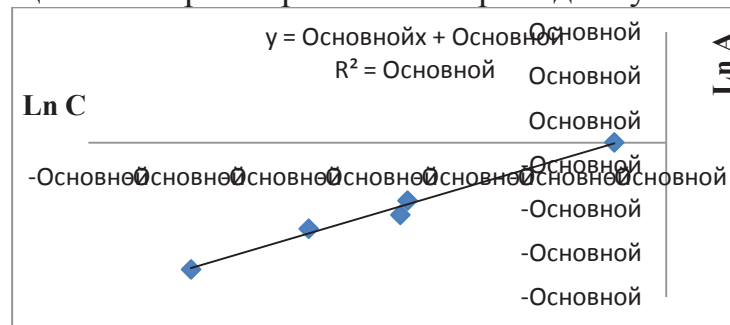


Рис. 4. Изотерма адсорбции в линейном виде по Фрейндлиху

Расчёт адсорбционной ёмкости адсорбентов

Уравнение Фрейндлиха имеет вид $x/m = K + C^n$, где x – количество адсорбированного вещества в моль, m – масса адсорбента, K и n – постоянные. В линейном виде $\ln A = \ln K + n \ln C$. Постоянные K и n

можно найти графическим методом, где экстраполяция прямой до оси ординат даёт отрезок, равный $\ln K$; а n = тангенсу угла наклона. Из уравнения регрессии $y = a + bx$, $a = \ln K$, а $b = n$. С помощью найденных постоянных рассчитали сорбционную ёмкость образцов по отношению к определённому адсорбату. Проведя расчёты по данным изотермы Фрейндлиха установили, что адсорбционная ёмкость по отношению к ионам Fe^{3+} равна 1,68 ммоль/г.

Заключение

Доказано, что из бытовых отходов ПЭТ возможно получение сорбционно-активного материала для очистки природных, технических и сточных вод, от ионов Fe^{3+} .

Выявлено, что адсорбционная ёмкость экспериментальных образцов отношению к ионам Fe^{3+} составляет 1,68 ммоль/г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинков А.С., Беляев П.С. Рециклинг и утилизация тары и упаковки: учеб. Пособие Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. 112 с.
2. Гуль В.Е. Структура и механические свойства полимеров. Москва: Высшая школа, 1966. 320 с.
3. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. Москва: Высшая школа 1989. 240 с.