

Бунькова Екатерина Александровна,

бакалавр 5 курса, профиль «Биология и химия»;

Евтюхина Ирина Сергеевна,

бакалавр 5 курса, профиль «Биология и химия»;

научный руководитель – **Фарус Оксана Анатольевна,**

канд. хим. наук, доцент кафедры химии и МПХ,

ФГБОУ «Оренбургский государственный педагогический университет»,

г. Оренбург, Россия

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ИЗОТЕРМЫ АДСОРБЦИИ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НАНОПОРИСТЫМ СОРБЕНТОМ $Al_2O_3-Na_2SiO_3$

Аннотация. Сложность процесса сорбции из растворов обусловлена не только взаимодействием между сорбентом и сорбируемым веществом, но и дополнительным взаимодействием между сорбентом и растворителем (водой), а также между сорбентом и растворителем. Поэтому процессы сорбции из водных растворов изучены значительно меньше и проблема их изучения является актуальной. В работе описаны результаты исследования по анализу изотермы адсорбции уксусной кислоты синтезированным сорбентом на основе оксида алюминия и поливинилового спирта. В ходе проведения исследования было выявлено, что изотерма адсорбции относится к S-классу, что позволяет сделать вывод о её монофункциональности.

Ключевые слова: сорбенты, сорбент типа $Al_2O_3-Na_2SiO_3$, изотерма адсорбции.

Настоящий этап развития техники требует наличия современных материалов, отвечающих определенным требованиям. Одним из основных требований является к ним является экологичность. Сорбенты в наибольшей степени соответствуют данному требованию. Данный факт обусловлен возможностью использования их для поглощения вредных веществ (загрязнители объектов окружающей среды, токсиканты), а также в качестве матрицы для создания высокоэффективных катализаторов и для иммобилизации лекарственных препаратов.

Сорбенты использовались человеком давно, при этом сначала широкое применение имели натуральные сорбенты, так как они доступны и просты в использовании. Но на современном этапе развития данные сорбенты

использовать невыгодно и нерационально, так как данные сорбенты обычно представлены биологически важными пищевыми продуктами, например, кизельгурой, пектином. Они изготавливаются из природных материалов, то есть идёт затрата и истощение запасов пищевого сырья, что является одной из главных проблем современности.

Одними из наиболее часто применяемых и широко распространённых сорбентов являются силикагель и оксид алюминия.

Варьировать свойства сорбентов можно путем их модификации. Модификация сорбентов приводит к созданию сорбентов смешанного типа, которые получили название гибридных. Гибридные материалы – это материалы, которые получаются за счёт взаимодействия различных веществ с различными составляющими, чаще всего органической и неорганической природы, формирующих определенную структуру, отличающуюся от структуры исходных веществ. Эффективность сорбентов определяется их адсорбционными свойствами. Наиболее часто процесс адсорбции описывают с помощью изотерм, которые получают экспериментально, измеряя величину адсорбции в зависимости от концентрации абсорбтива.

Экспериментальная часть. В рамках проводимого исследования нами был получен гибридный сорбент на основе оксида алюминия и жидкого стекла ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{SiO}_3$). Чаще всего статическую изотерму адсорбции строят по уксусной кислоте.

Для этого в шесть конических колб с помощью мерного цилиндра отмерили и налили по 50 мл растворов уксусной кислоты определенной концентрации. Затем в каждую колбу внесли навеску синтезированного сорбента. Все колбы одновременно перемешивали на магнитных мешалках в течение 30 минут до установления адсорбционного равновесия в системе [4].

Параллельно методом титрования определили точные исходные концентрации растворов уксусной кислоты с помощью стандартной методики. Использовали кислотно-основное титрование. В качестве индикатора

использовали фенолфталеин, титрование вели до появления слабо-розового не исчезающего окрашивания.

Через 30 минут растворы снимали с мешалки, отфильтровывали, отделяя сорбент. Из полученных фильтратов отобрали для титрования аликвоту кислоты и оттитровали раствором щёлочи аналогичным образом.

Результаты и их обработка.

В рамках проводимого исследования нами производился расчет:

1) равновесной концентрации уксусной кислоты в растворах после адсорбции:

$$C_{k2} = C_{щ} \times \frac{V_{щ}}{V_k} \quad (1)$$

2) величины адсорбции (Γ) для каждого раствора уксусной кислоты:

$$\Gamma = \frac{(C_{k1} - C_{k2}) \times V_0}{m} \quad (2)$$

где Γ – величина адсорбции, кмоль/кг;

C_{k1} и C_{k2} – концентрация адсорбата до и после адсорбции, кмоль/м³,

V_0 – объём раствора до адсорбции, м; m - масса адсорбента, кг.

Соответствие изотермы адсорбции определенному классу определяли в соответствии с классификацией Гильса и Смита (рис. 1).

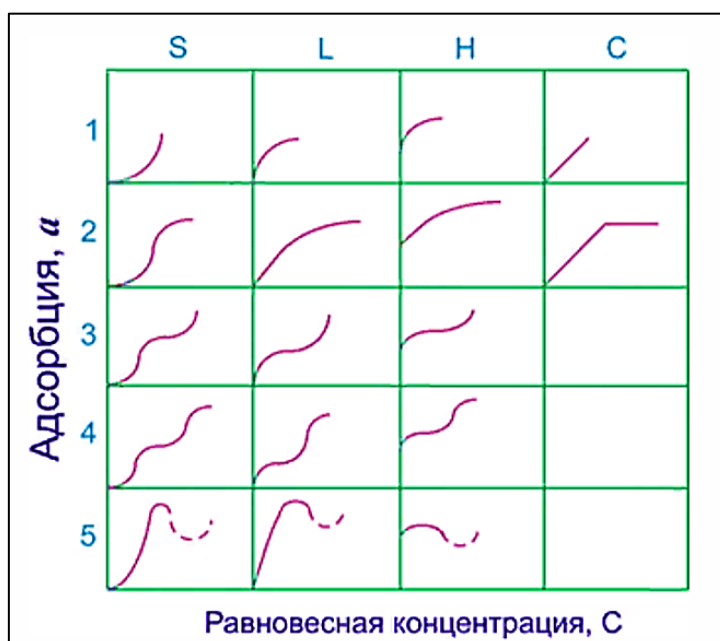


Рисунок 1 – Классификация изотерма адсорбции по Гильсу и Смиту [4]

Согласно данной классификации изотермы делятся на четыре класса – S, L, H, C, которые отличаются между собой по внешнему виду:

1) на изотерме S класса присутствует вогнутая часть относительно оси равновесной концентрации, однако дальше появляется точка перегиба, именно поэтому изотерма приобретает S-образную форму. Образуется в том случае, если сила взаимодействия между адсорбированными молекулами больше силы взаимодействия между растворенным веществом и адсорбентом. В этом случае также будет возрастать энергия активации, и молекулы стремятся расположиться на поверхности в виде цепей;

2) изотерма L класса характеризуется наличием выпнутой части относительно оси равновесной концентрации, является более распространенной и часто используемой; имеет общее название – изотерма Лэнгмюра;

3) изотерма H класса начинается не от начала оси и может образовываться при хемосорбции;

4) изотерма C класса представлена в начале линейным участком и характерна для адсорбции на микропористых адсорбентах [1-3].

На основании полученных экспериментальных данных нами были построены графики изотерм адсорбции $\Gamma = f(C_{k2})$ (рис. 2, 3).

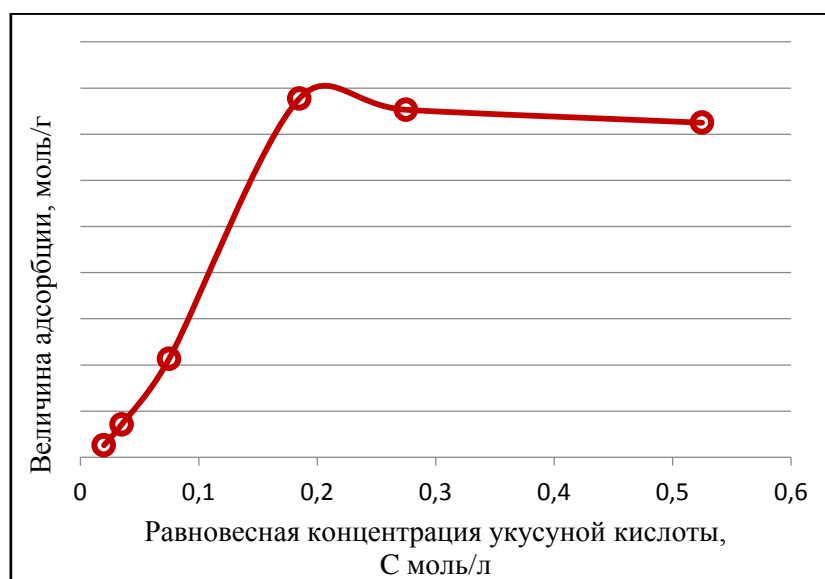


Рисунок 2 – Изотерма адсорбции уксусной кислоты твердым порошкообразным сорбентом

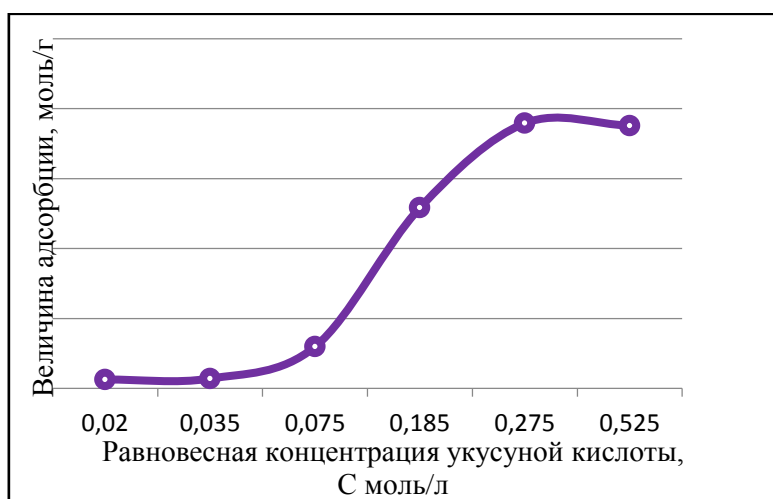


Рисунок 3 – Изотерма адсорбции уксусной кислоты твердым формованным сорбентом

Анализ полученных изотерм показывает наличие у них вогнутой части относительно оси концентрации уксусной кислоты. Это позволяет отнести полученные изотермы к изотермам S-класса.

Вывод. Анализ внешнего вида полученных в ходе эксперимента изотерм для синтезированных сорбентов позволяет сделать вывод о наличии большей силы взаимодействия между растворенным веществом и адсорбентом, чем между адсорбированными молекулами, что приводит к возрастанию энергии активации. При этом молекулы растворенного вещества стремятся расположиться на поверхности в виде цепей, причем, как в порошкообразном, так и формованном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаришин О.К. Экспериментальные исследования полимер-силикатных нанокомпозигов / О.К. Гаришин, И.А. Морозов, В.В. Шадрин // Вестник ПНИПУ Механика. – 2013. – №2. – С. 84-95.
2. Григорьева Л.В. Получение, свойства и применение композиционных сорбирующих изделий на основе минеральных сорбентов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 02.00.21 / Л.В. Григорьева. – СПб., 2001. – 20 с.
3. Тарасевич, Ю.И. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах / Ю.И. Тарасевич. – М.: Издательская группа «Граница», 2011. – 190 с.
4. Филиппов В.В. Изучение процесса адсорбции на стационарном слое адсорбента: метод. указ. / Сост. В.В. Филиппов. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 27 с.: ил. 10.