

**Бунькова Екатерина Александровна,**

*студентка бакалавриата, 4 курс, профиль «Биология и химия»,*

**Евтюхина Ирина Сергеевна,**

*студентка бакалавриата, 4 курс, профиль «Биология и химия»,*

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»,*

*г. Оренбург, Россия*

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

Сложность процесса сорбции из растворов обусловлена наличием взаимодействия не только между сорбентом и сорбируемым веществом, но и дополнительного взаимодействия 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 его 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 их экологичность. Сорбенты в наибольшей степени соответствуют этому требованию. Данный факт обусловлен возможностью их использования для поглощения вредных веществ (загрязнители объектов окружающей среды, токсиканты), а так же в качестве матрицы для создания высокоэффективных катализаторов и для иммобилизации лекарственных препаратов.

Сорбенты использовались человеком давно, при этом в начальный момент времени широкое применение имели натуральные сорбенты, так как они доступны и просты в использовании. Но на современном этапе развития данные сорбенты использовать не выгодно и не рационально, так как обычно они представлены биологически важными пищевыми продуктами, например,

кизельгуром, пектином. Они изготавливаются из природного сырья, при этом идёт затрата пищевого сырья, что является определённой проблемой.

Одними из современных, 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 гибридные. Гибридные материалы – это материалы, которые получают за счёт взаимодействия различных веществ с различными составляющими, чаще всего органической и неорганической природы, которые формируют определенную структуру, которая отличается 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 абсортива.

#### *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 экспериментального построения изотермы адсорбции.

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 с помощью стандартной методики определили точные исходные концентрации растворов уксусной кислоты. 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, отфильтровали, 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 ( $\Gamma$ ) для каждого раствора уксусной кислоты:

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

где  $\Gamma$  – величина адсорбции, кмоль/кг;

$C_{k1}$  и  $C_{k2}$  – концентрация адсорбата до и после адсорбции, кмоль/м<sup>3</sup>,

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

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

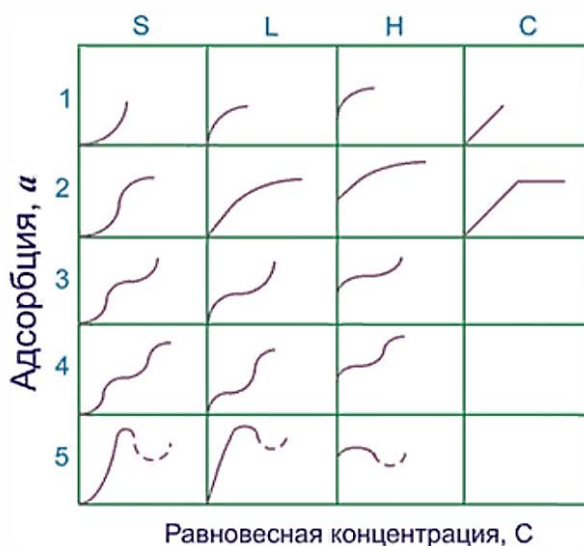


Рисунок 1 – Классификация изотерма адсорбции по Гильсу и Смигу [4]

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, а также в этом случае будет возрастать энергия активации. Молекулы в таком случае стремятся расположиться на поверхности в виде цепей.

2. Изотерма L класса характеризуется наличием выгнутой частью относительно оси равновесной концентрации, является более распространенной и часто используемой и 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).

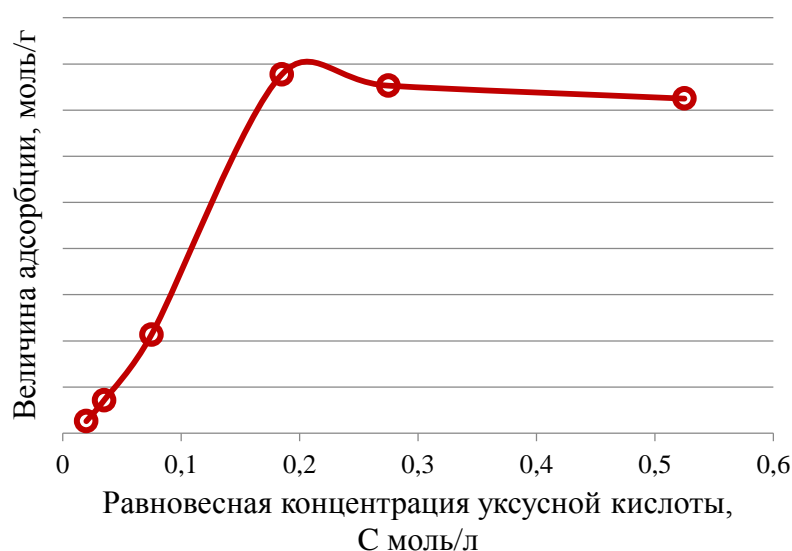


Рисунок 2 – Изотерма адсорбции уксусной кислоты твердым порошкообразным сорбентом

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

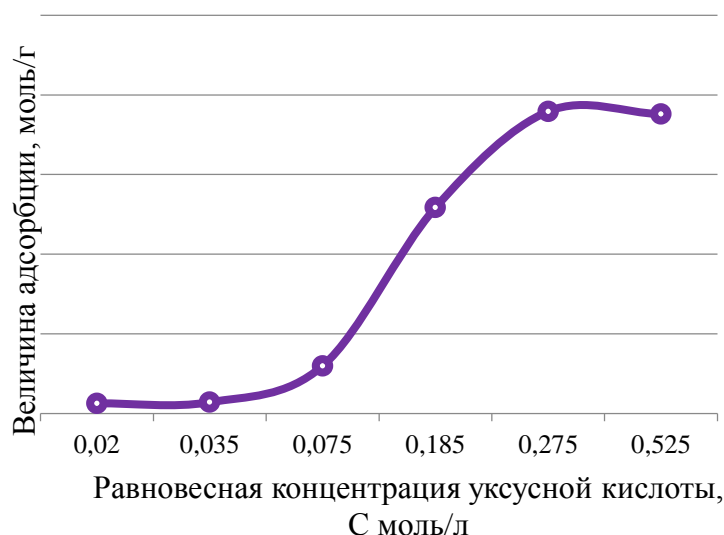


Рисунок 3 – Изотерма адсорбции уксусной кислоты твердым формованным сорбентом

**Вывод.** Анализ внешнего вида полученных авторами статьи изотерм для синтезированных сорбентов характеризуется наличием большей силы. Сила 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. Гаршин О.К. Экспериментальные исследования полимер-силикатных нанокомпозитов / О.К. Гаршин, И.А. Морозов, В.В. Шадрин // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2013. – №2. – С. 84-95.
2. Григорьев 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.