DOI: 10.17117/na.2015.12.02.368

Поступила (Received): 30.12.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.368.pdf>

**Ковалёва А.С., Баткаев Н.Б., Френкель Е.Э.
Композитные сорбенты на основе бентонита и углерода,
полученного пиролизом органических соединений**

**Kovaleva A.S., Batkaev N.B., Frenkel E.E.
Composite sorbents based on bentonite and carbon
produced by pyrolysis of organic compounds**

Изучены физико-химические и адсорбционные свойства композитных сорбентов на основе природного бентонита, модифицированного углеродными материалами, полученными пиролизом органических соединений в условиях каталитической карбонизации. Наиболее высокие значения предельной адсорбции ионов никеля (II) и свинца (II) в нейтральных растворах были получены на сорбентах, в которых введенный углерод претерпевал стадию низкотемпературной каталитической графитизации

Ключевые слова: адсорбция, бентонит, каталитическая графитизация, монтмориллонит, прекурсор

The physicochemical properties and adsorptive composite sorbents based on bentonite natural, modified carbon-native material obtained by pyrolysis of organic compounds under catalytic carbonation. The highest values of limiting adsorption of ions nickel (II) and Pb (II) in neutral solutions were prepared on the sorbents, wherein the entered carbon underwent low-temperature catalytic graphitization step

Key words: adsorption, bentonite, graphitization catalyst, montmorillonite, precursor

Ковалёва Анна Сергеевна

Преподаватель

Вольский военный институт материального обеспечения

г. Вольск

Kovaleva Anna Sergeevna

Lecturer

Military institute of material security

Volsk

Баткаев Надир Булатович

Курсант

Вольский военный институт материального обеспечения

г. Вольск

Batkaev Nadir Bulatovich

Cadet

Military institute of material security

Volsk

Френкель Ефим Эликович

Кандидат химических наук, профессор

Вольский военный институт материального обеспечения

г. Вольск

Frenkel Efim Elikovich

Candidate of Chemical Sciences, Professor

Military institute of material security

Volsk

Проблема очистки сточных вод, начиная со второй половины 20-го века актуальна для всех стран мира. С коллоидно-химической точки зрения сточные

воды – это гетерогенная смесь растворённых, коллоидных и взвешенных в воде примесей органического и неорганического характера. Одними из основных загрязнителей природных вод являются ионы тяжёлых металлов, поступающие со сточными водами гальванических цехов, предприятий горнодобывающей промышленности, чёрной и цветной металлургии, машиностроительных заводов.

Методов очистки сточных вод существует довольно много, однако простыми и эффективными методами очистки воды являются адсорбционные, т.к. они обладают возможностью очистки вод, содержащих несколько веществ, а также рекуперации этих веществ. Как следует из анализа литературных источников, адсорбционная очистка в большинстве случаев обеспечивает получение воды требуемого качества при самом разнообразном составе воды, поступающей на обработку. Наиболее перспективным является применение в водоподготовке природных сорбентов. На данный момент существует большое количество природных сорбентов – силикагели, алюмогели, шунгит, цеолиты, вермикулит, отходы сельскохозяйственных производств.

Целью данной работы явилось получение композитных сорбентов на основе природного бентонита, модифицированного углеродными материалами, полученными пиролизом органических соединений в условиях каталитической карбонизации и изучение их физико-химических и адсорбционных свойств.

Бентонит – это глина с семидесяти процентным содержанием монтмориллонита, то есть высокодисперсного слоистого алюмосиликата. Главной его особенностью является химически-кристаллическое строение, которое обуславливается наличием на поверхности бентонита ионообменных катионов, что определяет его физические и химические свойства как минерала [3]. Бентонит широко применяется как гелеобразователь или понизитель фильтрации при приготовлении раствора для смесительных установок при бурении скважин. Он используется также как основной материал, который связует литейные формовочные смеси, ну и, конечно, как адсорбционный и гидроизоляционный материал.

В живой природе чаще других можно встретить именно кальциевый бентонит. Монтмориллонит как основной породообразующий минерал бентонитов – микропористый сорбент с изменяющимся в процессе адсорбции размером микропор [2].

Объектами исследования в данной работе являлись сорбенты на основе природного бентонита Даш-Салахлинского месторождения (Азербайджан) модифицированные пиролитическим углеродом, полученным из органических прекурсоров в условиях низкотемпературной каталитической графитизации.

Для исследований был выбран природный бентонит Даш-Салахлинского месторождения, т.к. он является одним из самых высококачественных природно-натриевых месторождений мира и представляет собой единый горизонтально лежащий пласт, внутри которого отсутствуют прослои пустых пород [1].

В данной работе использовались такие соли как: нитрат никеля (II) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, сульфат никеля (II) NiSO_4 , хлорид никеля (II) NiCl_2 , нитрат кобальта (II)

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, сульфат кобальта (II) CoSO_4 , хлорид кобальта (II) CoCl_2 . Они применялись как катализатор, ускоряющий скорость химической реакции в данном процессе.

Исходный порошок бентонита смешивался с сахарозой (1:4), с солью указанной ранее (катализатор) и дистиллированной водой до получения однородной массы. Полученную смесь ставили на сушку в муфельную печь при температуре 80 °C на сутки. Затем смесь отжигалась в атмосфере аргона при 650 °C и промывалась от присутствующих солей.

Структурные характеристики (величина удельной поверхности, пористая структура, распределение пор по радиусам) образцов определяли по низкотемпературной адсорбции азота на быстродействующем анализаторе сорбции газов Quantachrome NOVA (США).

Для определения распределения пор по размерам использовался метод *Barrett-Joyner-Halenda (BJH)* [4]. В основу модели положено допущение о цилиндрической форме пор и то, что радиус поры равен сумме радиусов Кельвина и толщины адсорбированной на стенке поры плёнки.

Следует отметить, что природа аниона соли катализатора очень влияет на величину удельной поверхности полученного сорбента. Так в ряду анионов: $\text{NO}_3^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{Cl}^-$ происходит увеличение удельной поверхности полученного композитного сорбента после каталитического пиролиза с использованием соли никеля (II), кобальта (II), железа (II). Это возможно связано с термической устойчивостью данных солей.

Использование технологии низкотемпературной каталитической графитизации пиролитического углерода при создании композитных сорбентов на основе бентонита приводит к повышению сорбционных свойств сорбентов. В основном это связано с развитием поверхности сорбентов и повышением сорбционных свойств углеродной фракции.

Наиболее высокие значения предельной адсорбции ионов никеля (II) и свинца (II) в нейтральных растворах были получены на сорбентах, в которых введенный углерод претерпевал стадию низкотемпературной каталитической графитизации.

Можно предположить, что столь значительный рост величин адсорбции происходит и по причине катионного обмена монтмориллонита с исходным раствором, так как ионный обмен у монтмориллонита очень высокий (80 – 150 ммоль/100 г) и во времени происходит очень быстро.

Таким образом, были исследованы структурные и сорбционные свойства композитных сорбентов на основе природного бентонита, модифицированных пиролитическим углеродом, полученным из органических прекурсоров в условиях низкотемпературной каталитической графитизации. Следует отметить, что этот способ является перспективным для дальнейшего совершенствования сорбентов.

Список используемых источников:

1. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов. Киев: Наукова думка, 1966. 132 с.

2. Рощина Т.М. Адсорбционные явления и поверхность // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 2. С. 89-94.
3. Тарасевич Ю.И. Адсорбция на глинистых минералах. Киев: Наукова думка, 1975. 329 с.
4. Barrett E.P. et al. The determination of pore volume and area distributions in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms. J. Am. Chem. Soc. 1951. P. 373-380.

© 2015, Ковалёва А.С., Баткаев Н.Б., Френкель Е.Э.
Композитные сорбенты на основе бентонита и
углерода, полученного пиролизом органических
соединений

© 2015, Kovaleva A.S., Batkaev N.B., Frenkel E.E.
Composite sorbents based on bentonite and carbon
produced by pyrolysis of organic compounds