



УДК 615.013, 615.011.4

## ИЗУЧЕНИЕ АДсорбЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕДИЦИНСКОЙ МОНТМОРИЛЛОНИТОВОЙ ГЛИНЫ

### THE STUDY OF ADSORPTION CHARACTERISTICS OF MEDICAL MONTMORILLONITE CLAY

**Е.Т. Жилиякова<sup>1</sup>, А.В. Бондарев<sup>2</sup>, Д.В. Придачина<sup>1</sup>,  
Е.П. Герникова<sup>3</sup>, Н.И. Богданович<sup>4</sup>  
E.T. Zhilyakova<sup>1</sup>, A.V. Bondarev<sup>2</sup>, D.V. Pridachina<sup>1</sup>,  
E.P. Chernicova<sup>3</sup>, N.I. Bogdanovich<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

<sup>2</sup>Шебекинская центральная районная больница  
Россия, 309290, г. Шебекино, ул. Ленина, 44

<sup>3</sup>Научный центр экспертизы средств медицинской продукции, г.Москва  
Россия, 127051, г. Москва, Петровский бульвар, 8

<sup>4</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск  
Россия, 163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17

<sup>1</sup>Belgorod National Research University  
Russia, 308015, Belgorod, Pobedy St., 85

<sup>2</sup>Shebekino Central district hospital  
Russia, 309290, Mr. Shebekino, Lenin St., 44

<sup>3</sup>Scientific centre for expert evaluation of medicinal products, Moscow  
Russia, 127051, Moscow, Petrovsky Boulevard, 8

<sup>4</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk  
Russia, 163002, Arkhangelsk, Severnaya Dvina Embankment, 17

E-mail: alexbond936@yandex.ru

**Ключевые слова:** медицинская монтмориллонитовая глина, поры, адсорбционная активность.  
**Key words:** medical montmorillonite clay, pores, adsorption activity.

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования адсорбционных характеристик медицинской монтмориллонитовой глины. Определены: удельная поверхность, виды, объем и средний размер пор, адсорбционная активность по метиленовому синему.

**Resume.** The article presents results study of the adsorption characteristics of medical montmorillonite clays. Defined: specific surface area, species, volume and average pore size, adsorption activity by methylene blue.

## Введение

Интоксикация является серьезной проблемой современности не только при острых отравлениях, но и при патологических состояниях, сопровождающихся эндогенной интоксикацией организма. В России острые отравления токсическими веществами занимают четвертое место среди всех несчастных случаев, повлекших нарушение жизнедеятельности организма или смерть (по данным Роспотребнадзора, 2014).

В настоящее время широко обсуждается возможность применения монтмориллонитовой глины Белгородского месторождения для лечения и профилактики различных интоксикаций. Столь высокий и стабильный интерес обусловлен наличием у данной глины высоких адсорбционных свойств, которые являются основными показателями функциональной активности сорбента.

## Цели исследования

Изучение и анализ адсорбционных характеристик медицинской монтмориллонитовой глины (ТУ 5751-001-02029230-2015).

## Задачи исследования

1. Изучение адсорбционных характеристик ММГ на приборе Asap 2020 фирмы Micromeritics Instrument Corporation (США) методом низкотемпературной адсорбции азота\*.

2. Изучение адсорбционной активности ММГ по метиленовому синему спектрофотометрическим методом\*\*.

### Методы исследования

Методика определения адсорбционной активности: навеску образца массой 0.8 г помещают в 35 мл 0,15 % раствора метиленового синего в воде, перемешивают на магнитной мешалке в режиме 50 об/мин 20 мин, центрифугируют в режиме 3000 об/мин 15 минут. Измеряется оптическая плотность при 664 нм. Адсорбционная активность рассчитывается по разнице оптической плотности раствора метиленового синего до и после контакта с навеской образца.

### Результаты исследования

На рис. 1 представлены изотермы адсорбции и десорбции для образца монтмориллонитовой глины.

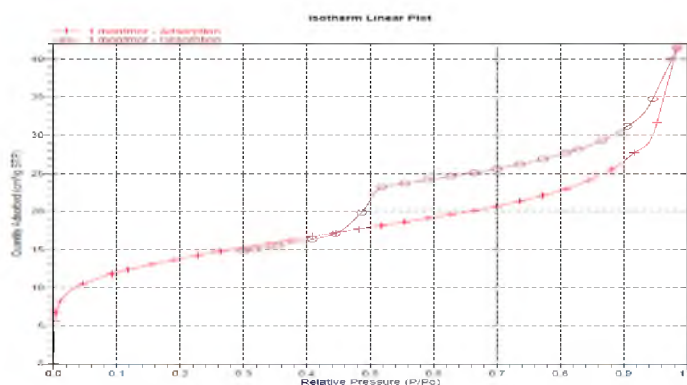


Рис. 1. Изотермы адсорбции и десорбции для образца монтмориллонитовой глины (Ось «X» - относительное давление  $P/P_0$ , где  $P$  - измеряемое давление,  $P_0$  - давление насыщения; ось «Y» - количество адсорбированного азота)

Fig. 1. Isotherms of adsorption and desorption for a sample of montmorillonite clay (An axis "X" - the relative pressure of  $R/R_0$ , where  $P$  - the measured pressure,  $R_0$  - saturation pressure; axis "Y" - amount of the adsorbed nitrogen)

Как видно из рис. 1, форма изотермы ассоциируется с капиллярной конденсацией в мезопорах за счет увеличенной крутизны при повышенном относительном давлении и наличия петли гистерезиса. Мезопоры также подтверждаются наличием ступеньки в области давлений выше диапазона  $P/P_0=0.3$ . Изотерма относится к IV-му типу, для которого приемлема модель ВДН, которая позволяет не только вычислить объем пор, но так же дает возможность построить график распределения пор по размерам.

На рис. 2 представлена диаграмма распределения микропор в зависимости от объема.

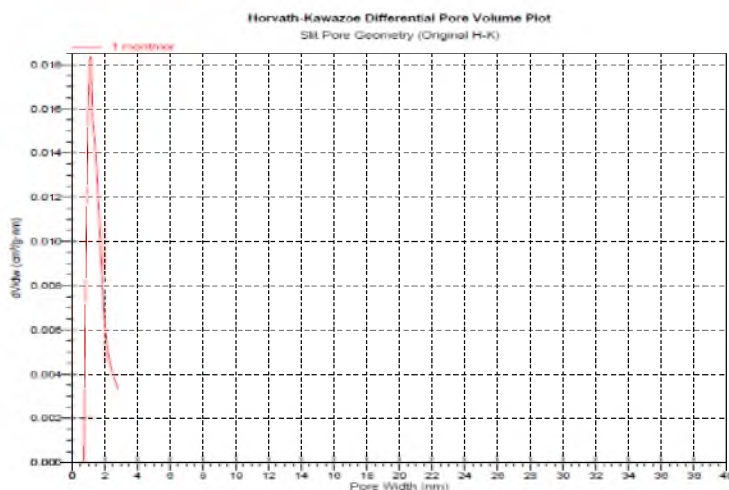


Рис. 2. Диаграмма распределения микропор в зависимости от объема  
Fig. 2. The chart of distribution of micropores depending on volume

Как видно из рис. 2, изгиб диаграммы заметен в диапазоне от 1 до 2 нм. Данный факт говорит о том, что у монтмориллонитовой глины присутствуют микропоры.

На основании рисунков 1 и 2 составлена гистограмма распределения пор размером менее 3 нм, представленная на рис. 3.

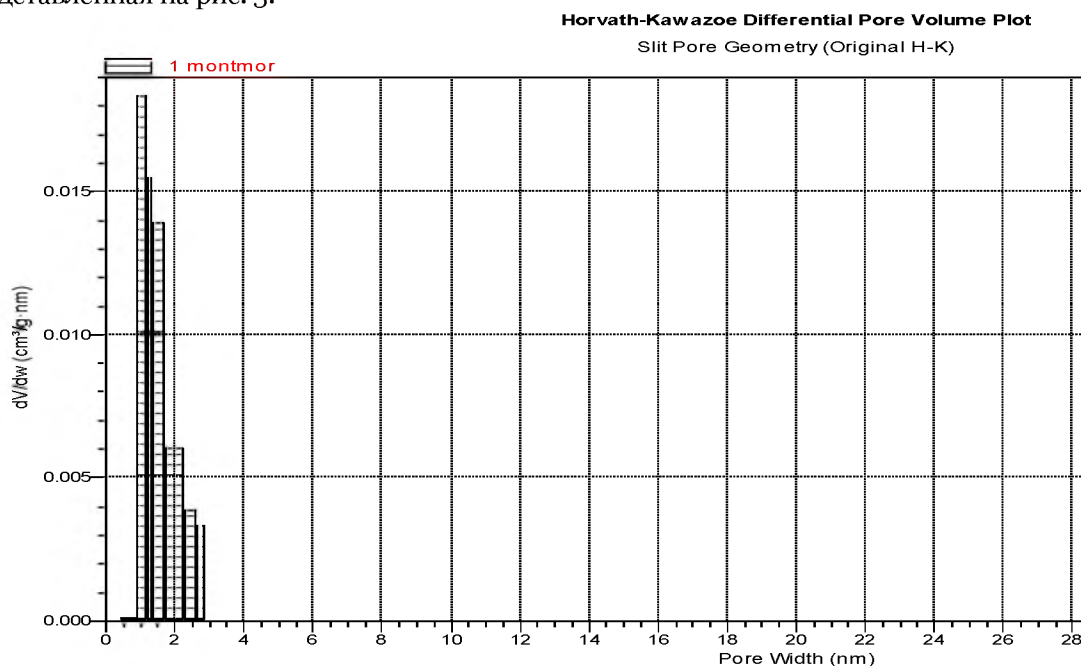


Рис. 3. Гистограмма распределения пор размером менее 3 нм  
 Fig. 3. Histogram of distribution of a time less than 3 nanometers in size

Как видно из рис. 3, минимальный размер пор, который удалось зарегистрировать, составляет 0.71 нм. Средний размер микропор составляет 1.23 нм, занимаемый объем 0.019 см³/г.

Анализ адсорбционных характеристик представлен в табл. 1.

Таблица 1  
 Table. 1

**Анализ адсорбционных характеристик  
 Analysis of the adsorptive characteristics**

№ п/п	Показатель	Характеристика
1	Удельная поверхность общая по методу BET, м²/г	46.5
2	Удельная поверхность общая Langmuir, м²/г	127.3
3	Удельная поверхность микропор, м²/г	16.7
4	Удельная поверхность мезо- и макропор, м²/г	29.8
5	Объем пор общий, см³/г	0.064
6	Объем пор микропор, см³/г	0.009
7	Объем пор мезо и макропор, см³/г	0.055
8	Средний размер мезопор, нм	5.6
9	Средний размер микропор, нм	1.23
10	Адсорбционная активность по метиленовому синему, мг/г	62.0±0.2

Как видно из табл. 1, монтмориллонитовая глина Белгородского месторождения имеет макро-, мезопоры и микропоры, 86 % и 14 % соответственно от общего объема пор. Область регистрации пор составляет от 0.71 до 40 нм. Средний размер микропор составил 1.23 нм, мезопор – 5.6 нм. Превышение удельной поверхности по методу Langmuir над удельной поверхностью по методу BET говорит о капиллярной конденсации адсорбата в мезопорах. Адсорбционная активность по метиленовому синему составила 62.0 мг/г, что является удовлетворительным показателем для медицинских глин.



### Заключение

Проведены исследования адсорбционных характеристик монтмориллонитовой глины Белгородского месторождения. Установлено, что глина является мезо-, макро-, микропористым сорбентом. На мезо- и макропоры приходится 86 % от общего объема пор, на микропоры – 14 %. Адсорбционная активность по метиленовому синему составила 62.0 мг/г. Средний размер микропор составил 1.23 нм, мезопор – 5.6 нм.

Исследованные адсорбционные характеристики характеризуют монтмориллонитовую глину как перспективное минеральное сырье для получения лекарственной формы с адсорбционным действием.

*Примечание:* \*Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП ФГАОУ ВПО Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова «Арктика».

\*\*Исследования выполнены с использованием оборудования Клинико-диагностической лаборатории ОГБУЗ «Шебекинская центральная районная больница».

### Список литературы References

Жилякова, Е.Т. 2014. Обзор российских энтеросорбционных лекарственных средств. Ремедиум. 10: 40-47. Zhiljakova, E.T. 2014. Obzor rossijskih jenterosorbcionnyh lekarstvennyh sredstv. Remedium. 10: 40-47 (in Russian).

Жилякова Е.Т. 2014. Определение адсорбционных и микробиологических показателей медицинских глин. Научные ведомости БелГУ. № 18(189): 222-226.

Zhiljakova E.T. 2014. Opredelenie adsorbcionnyh i mikrobiologicheskikh pokazatelej medicinskih glin. Nauchnye vedomosti BelGU. № 18(189): 222-226 (in Russian).