



УДК 619:615.326:552.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ГЛИН

Е.Т. ЖИЛЯКОВА
А.В. БОНДАРЕВ
М.Ю. НОВИКОВА

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

e-mail: alexbond936@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований адсорбционных и микробиологических характеристик медицинских глин. Полученные данные внесены в проект фармакопейной статьи на фармацевтическую субстанцию медицинской монтмориллонитовой глины.

Ключевые слова: глина, адсорбция, поры, микроорганизм.

Введение. Интоксикация является серьезной проблемой современности не только при острых отравлениях, но и при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. По данным Всемирной организации здравоохранения, Национального центра по отравлениям США частота различных интоксикаций в мире по сравнению с 2000 годом возросла в два раза. Острые кишечные инфекции занимают одно из ведущих мест в инфекционной патологии всех возрастных групп. По данным ВОЗ (2010 г.) в мире ежегодно болеют острыми желудочно-кишечными инфекционными болезнями более 1 млрд человек, из которых 65-70% составляют дети в возрасте до 5 лет.

Область применения энтеросорбентов в медицине далеко не ограничивается пищевыми отравлениями и включает в себя: гастроэнтерологию, токсикологию, инфекционные болезни, аллергологию, дерматологию, хирургию, онкологию, наркологию, гепатологию и нефрологию.

В настоящее время широко обсуждается возможность применения глин для лечения и профилактики различных интоксикаций. Столь высокий и стабильный интерес обусловлен наличием у данной группы широкого спектра прямых и опосредованных лечебно-профилактических эффектов, которые достигаются за счет физико-химических свойств сорбирующего вещества, способного связывать и выводить из организма токсические продукты [1].

Для возможности использования глин в медицинской практике, по данным литературных источников [3, 4], необходима информация о параметрах пористой структуры (удельная поверхность, удельный объем пор, средний размер пор, распределение пор и частиц по размерам) и информация о возможности адсорбции различных микроорганизмов.

Цели исследования. Изучение и анализ адсорбционных и микробиологических характеристик медицинских глин.

Задачи исследования:

1. изучение параметров пористой структуры исследуемых образцов;
2. изучение чувствительности микроорганизмов *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* по отношению к исследуемым образцам.

Материалы исследования. Монтмориллонитовая глина (МГ) Белгородского месторождения с содержанием монтмориллонита 40-45 масс. %, каолиновая глина Еленского месторождения (ГОСТ 19608-84), смектит диоктаэдрический (ПУ ПН 015155/01), страна производитель – Франция. Для исследования особенностей взаимодействия глин и микроорганизмов были использованы музейные культуры *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*.

Методы исследования. Определение удельной площади поверхности и пористости на анализаторе TriStar II 3020*, определение чувствительности микроорганизмов по отношению к исследуемым образцам микробиологическим методом секторальных посевов** [2].

Результаты исследования. Измерение удельной площади поверхности и пористости образцов медицинских глин проводили на автоматическом газо-адсорбционном анализаторе TriStar II 3020. Адсорбционные характеристики представлены в табл. 1.

На рис. 3-5 представлены зависимость диаметра пор от суммарного объема пор в исследуемых образцах. Осъ абсцисс отражает диаметр пор в ангстремах ($10 \text{ \AA} = 1 \text{ нм}$), ось ординат отражает объем пор в $\text{см}^3/\text{г} \cdot \text{ \AA}$.

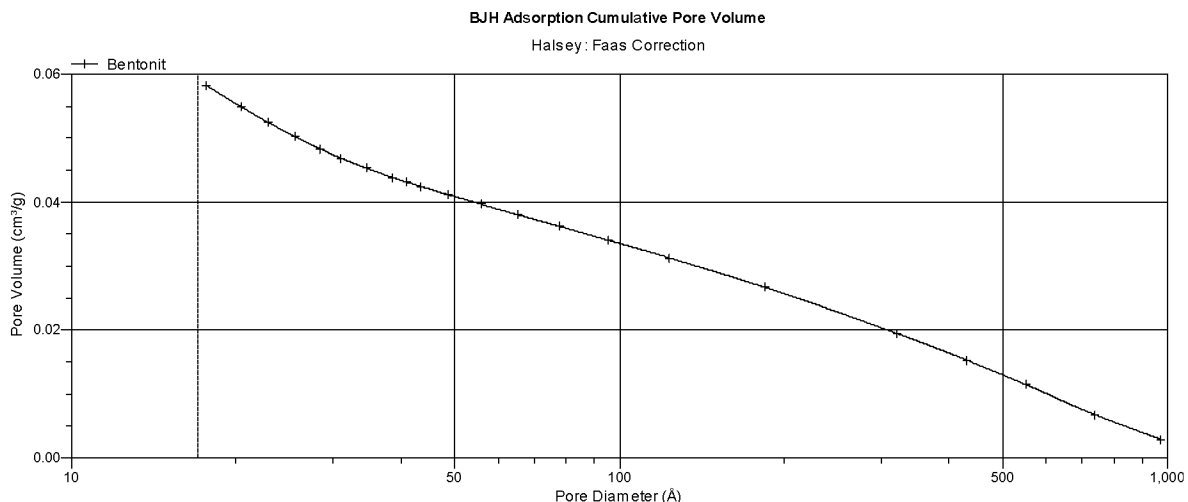


Рис. 1. Зависимость диаметра пор от суммарного объема пор в образце МГ Белгородского месторождения (по оси X-диаметр пор (Å), по оси Y – объем пор (см³/г))

Как видно из рис. 1, МГ Белгородского месторождения имеет макро-, мезо- и микропоры.

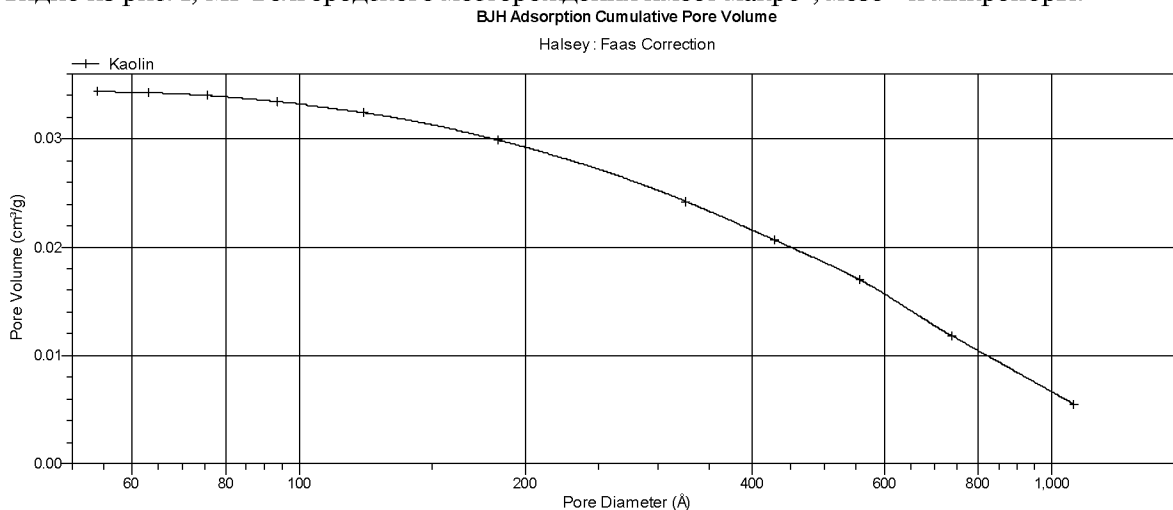


Рис. 2. Зависимость диаметра пор от суммарного объема пор в образце каолина Еленского месторождения (по оси X-диаметр пор (Å), по оси Y – объем пор (см³/г))

Как видно из рис. 2, каолиновая глина Еленского месторождения имеет макро- и мезопоры.

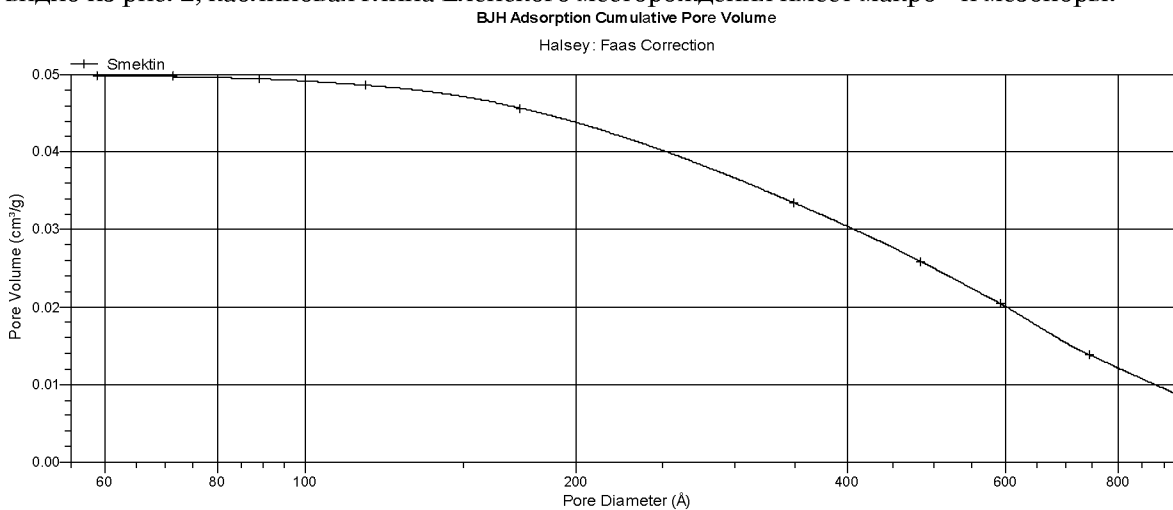


Рис. 3. Зависимость диаметра пор от суммарного объема пор в образце смектита диоктаэдрического (по оси X-диаметр пор (Å), по оси Y – объем пор (см³/г))

Как видно из рис. 3, смектит диоктаэдрический имеет макро- и мезопоры. В таблице 1 показана анализ адсорбционных характеристик исследуемых образцов.

Таблица 1

Адсорбционные характеристики

Наименование глин	Удельная поверхность, м ² /г	Объем пор, см ³ /г	Средний размер пор, нм
МГ Белгородского месторождения	53,4591	0,064901	4,8
Каолиновая глина Еленского месторождения	5,4086	0,029896	22
Смектит диоктаэдрический, Франция	5,7774	0,042747	29

Как видно из табл. 1, большую удельную поверхность и объем пор имеет МГ глина Белгородского месторождения. Так как удельная поверхность является усреднённой характеристикой размеров внутренних пор пористого тела, высокие показатели данной характеристики взаимосвязаны с малым средним размером пор, который у МГ глины составляет 4,8 нм.

На основании зависимости диаметра пор от суммарного объема пор в исследуемых образцах была составлена диаграмма распределения пор в процентном соотношении (рис. 4):



Рис.4. Зависимость вида пор от общего количества пор

Как видно из рис. 4, МГ Белгородского месторождения является адсорбентом со смешанной пористостью, каолиновая глина Еленского месторождения и смектит диоктаэдрический, Франция – комбинированными мезомакропористыми адсорбентами. У МГ глины Белгородского месторождения первичная пористость представлена микропорами, образованными межпакетным пространством минерала монтмориллонита, вторичная пористость – мезо- и макропорами, образованными зазорами между контактирующими частицами глины.

Для исследования адсорбционного взаимодействия глин и бактерий были использованы штаммы наиболее встречающихся условно-патогенных и патогенных микроорганизмов:

1. *Escherichia coli* – граммотрицательная условно-патогенная палочковидная бактерия размером 0,4-0,6 мкм – 2-3 мкм. Может вызывать инфекции мочевых путей, а также энтериты у детей до 2 лет.
2. *Shigella sonnei* – граммотрицательная палочковидная патогенная бактерия с закругленными концами размером 2-3 мкм – 0,5-7 мкм. Может вызывать дизентерию.
3. *Klebsiella pneumoniae* – прямая граммотрицательная палочковидная условно-патогенная бактерия размером 0,5-0,8 мкм – 1-2 мкм. Может вызывать пневмонию.
4. *Staphylococcus aureus* – шаровидная грамположительная условно-патогенная бактерия диаметром 0,6-1 мкм. Может вызывать инфекции кожных покровов, мочевых путей, дыхательных путей, пищевой токсикоз и токсический шок.

Методика исследования включает следующие этапы: предварительно исследуемые образцы глин автоклавировали при давлении 0,5 атмосфер в течение 30 минут. Навеску глины разводили в 0,9 % растворе натрия хлорида до получения 10 % суспензии. В пробирку помещали 1 мл 10 % суспензии глины, добавляли музейную культуру микроорганизма с концентрацией 10⁵ КОЕ (колониеобразующая единица). Одну пробирку использовали как контрольную без добавления микроорганизма. Пробирки инкубировали при 37° С 24 часа. Платиновой петлей, диаметром 2 мм, емкостью 0,005 мл,



производят посев 10 % суспензии глины (30-40 штрихов) на сектор А чашки Петри с простым питательным агаром. После этого петлю прожигают и производят 4 штриховых посева из сектора А в сектор I и аналогичным образом – из сектора I во II и из II в III. Чашки Петри инкубировали при 37° С 24 часа, после чего подсчитывали число колоний, выросших в разных секторах. Определяли количество выделенных колоний. С этой целью применяли количественные методы исследования, основанные на определении числа микробных клеток в 1 мл 10% суспензии глины. Для сходимости результатов исследования проводили три раза.

Полученные результаты по изучению микробиологических свойств исследуемых глин при концентрации 100 мг глины на 1 мл простого питательного агара представлены в таблице 2.

Таблица 2

Анализ микробиологических свойств исследуемых глин

№ п/п	Наименование Микроорганизм, размер	Контроль, кое	Мг Белгородского месторождения, кое	Каолиновая глина еленского месторождения, кое	Смектит диоктаэдрический, франциякое
1	<i>Escherichia coli</i> , 0,4-3 мкм	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁴	10 ⁴
2	<i>Shigella sonnei</i> , 2-7 мкм	10 ⁵	5*10 ⁶	5*10 ⁴	5*10 ⁵
3	<i>Klebsiella pneumoniae</i> , 0,5-2 мкм	10 ⁵	10 ⁸	5*10 ⁵	5*10 ⁶
4	<i>Staphylococcus aureus</i> , диаметром 1 мкм	более 10 ⁸	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸

Как видно из таблицы 2, результаты микробиологического исследования влияния медицинских глин на рост микроорганизмов представлены следующим образом: выявлено подавление роста *Escherichia coli* каолиновой глиной Еленского месторождения и смектитом диоктаэдрическим в 10 раз, выявлено замедление роста *Escherichia coli* МГ глиной Белгородского месторождения, выявлено подавление роста *Shigella sonnei* каолиновой глиной Еленского месторождения – в 5 раз, выявлено подавление роста *Staphylococcus aureus* МГ глиной Белгородского месторождения – в 10 раз. В отношении *Klebsiella pneumoniae* не отмечено уменьшения роста колоний микроорганизмов.

Заключение:

1. Проведены исследования изучения параметров пористой структуры образцов монтмориллонитовой глины Белгородского месторождения, каолиновой глины Еленского месторождения и смектита диоктаэдрического. Установлено, что по показателям удельная поверхность и объем пор МГ Белгородского месторождения превосходит стандартизированные субстанции каолина и смектита. МГ Белгородского месторождения является адсорбентом со смешанной пористостью, каолиновая глина Еленского месторождения и смектит диоктаэдрический, страна производитель – Франция – комбинированными мезомакропористыми адсорбентами.

2. Результаты микробиологического исследования позволяют сделать вывод о наличии адсорбционных свойств у каолиновой глины Еленского месторождения и смектита диоктаэдрического по отношению к *Escherichia coli*, у каолиновой глины Еленского месторождения по отношению к *Shigella sonnei*, у МГ глины Белгородского месторождения по отношению к *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*.

3. МГ можно рекомендовать для дальнейшего изучения как адсорбент, способный адсорбировать токсические вещества размером 1,5 нм до 100 нм, а также микроорганизмы вида *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, которые являются одними из причин острых отравлений.

* Исследования выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования БелГУ «Диагностика структуры и свойства наноматериалов».

** Исследования выполнены с использованием оборудования Контрольно-диагностической лаборатории Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Шебекинская центральная районная больница».



Литература

1. И.В. Маев, А.А. Самсонов, Н.Н. Голубев. Аспекты клинического применения энтеросорбента Неосмектин // РМЖ «Болезни органов пищеварения». – 2008. – № 2.
2. Приказ МЗ СССР от 22.04.1985 г. № 535 «Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинико-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений».
3. Е.Т. Жилиякова, О.О. Новиков, А.В. Бондарев, Г.В. Фролов. Определение технологических и адсорбционных показателей медицинских глин // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – № 18. – С. 229-234.
4. О.М. Хребтова, Е.М. Моисеева. Микробиологические исследования глауконита Пальменикенского месторождения для потенциального применения в медицинской практике // Актуальные проблемы современной науки. 2012. – Т. 1, № 3.

DETERMINATION OF THE ADSORPTION AND MICROBIOLOGICAL INDICES OF MEDICAL CLAYS

E.T. ZHILYAKOVA

A.V. BONDAREV

M.Y. NOVIKOVA

Belgorod National Research University

e-mail: alexbond936@yandex.ru

The article presents the results of investigations of adsorption and microbiological characteristics of medical clay. The obtained data made to the project pharmacopoeial article for the drug substance medical montmorillonite clay.

Keywords: clay, adsorption, pores, microorganism.