

УДК 628.3

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ОРГАНОБЕНТОНИТОВ****¹Тихомирова Е.И., ¹Заматырина В.А., ¹Бойченко Е.А., ²Кошелев А.В.**¹ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.», Саратов, e-mail: tichomirova_ei@mail.ru;²ООО НПП «ЛИССКОН», Саратов, e-mail: mail@lisskon.ru

Проведено детальное исследование структуры органобентонита; изучена возможность контаминации различными группами микроорганизмов и способность образования стойких соединений с дезинфектантами. Для исследования был использован органобентонит, предоставленный ООО НПП «Лисскон». Изучено влияние чистого органобентонита на стандартные тест-штаммы *Escherichia coli* 113–13 и *Staphylococcus aureus* 209 P, а также исследована естественная микрофлора органобентонита. Результаты учитывались по количеству колониеобразующих единиц. При определении видов микроорганизмов оценивали морфологию выросших колоний, изучали морфологию клеток общепринятыми методами микроскопирования. Показано, что в исходном органобентоните находятся споры бацилл и коккоподобные бактерии. На основании полученных данных разрабатывается технология использования биологически активного органобентонита для комплексной очистки питьевой и сточной воды от ПАВ и различных микроорганизмов, в том числе и патогенных.

Ключевые слова: органобентонит, бактерицид, очистка питьевой и сточной воды**ECOLOGICAL RATIONALE AND USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE
OF ORGANIC BENTONITE CLAY****¹Tikhomirova E.I., ¹Zamatyrina V.A., ¹Boychenko E.A., ²Koshelev A.V.**¹Saratov State Technical University a name Yu.A. Gagarin, Saratov, e-mail: tichomirova_ei@mail.ru;²«LISSKON», Saratov, e-mail: mail@lisskon.ru

We conducted a detailed study of the structure of organic bentonite clay. We studied the possibility of contamination by various groups of microorganisms and ability of formation of persistent connections with disinfectants. For research has been used organic bentonite provided «Lisskon». The influence of net organic bentonite in the standard strains of *Escherichia coli* 113-13 and *Staphylococcus aureus* 209 P. Our results showed that there are spores of bacilli and cocci in initial material. On the basis of the obtained data, we developed the technology of using of biologically active organic bentonite clay for complex treatment of drinking and waste waters from various surfactants and microorganisms including their pathogenic forms.

Keywords: organic bentonite clay, germicide, cleans drinking water and waste water

Органобентонит (бентон) представляет собой продукт взаимодействия естественных монтмориллонитовых глин (бентонитов) с олеофилизаторами, в частности, с четвертичными аммониевыми солями (ЧАС) [3].

До недавнего времени органобентониты (бентоны) производились только за рубежом по технологии, осуществляемой в восемь стадий: диспергирование (пептизация) исходного бентонита, фильтрация глинистой суспензии, приготовление разбавленного раствора четвертичной аммониевой соли, взаимодействие разбавленной бентонитовой суспензии с разбавленным раствором ЧАС при перемешивании и нагревании, декантация и фильтрация, промывка продукта, сушка его в распылительной сушилке. Большим недостатком этой технологии является ее многостадийность, ведение процессов в ничтожных концентрациях, высокая энергоемкость, малая производительность, большое количество отходов в виде сточных вод, пыли, органических продуктов, а также тепла в окружающей среде.

Первая отечественная технология получения органобентонита была разработана специалистами фирмы «Консит-А». Это способ получения органофильного бентонита путем подачи бентонитового глинопорошка в водный раствор четвертичной аммониевой соли и их перемешивания в течение 0,5–0,7 часа с последующей сушкой полученного продукта. Причем в смеситель вначале загружают бентонитовый глинопорошок, а затем постепенно добавляют четвертичную аммониевую соль. В этом случае кристаллическая структура слоистая, и в системе присутствуют нанопространства между элементарными пластинами алюмосиликата, куда могут быть внедрены молекулы полимера или активных компонентов (например, лекарств или бактерицидных препаратов) [4]. Это значительно расширяет спектр применения органобентонита.

Традиционно органобентониты широко используются при производстве лакокрасочных материалов, т.к. повышают адгезию красок, их термостойкость и атмосферостойкость, снижают их стекаемость, что,

помимо экономии красок, повышает культуру производства. Следует отметить также положительное влияние органобентонита на величину показателя укрывистости лакокрасочных материалов, то есть на снижение расхода красок в расчете на 1 м² окрашиваемой поверхности [6].

При введении органобентонита в рецептуры эмалей, масляных и прочих красок можно использовать в качестве полярного растворителя этилацетат, бутилацетат, ацетон, спирты, гликоли, целлозоль, пропиленкарбонат и даже воду. Можно также вводить органобентонит в систему в виде так называемой пасты-основы (то есть предварительно замачивая и затем перемешивая его, например, в уайт-спирите, толуоле или их смеси) [7].

Исследованиями ряда авторов доказана высокая сорбционная способность органобентонита [3, 4, 6].

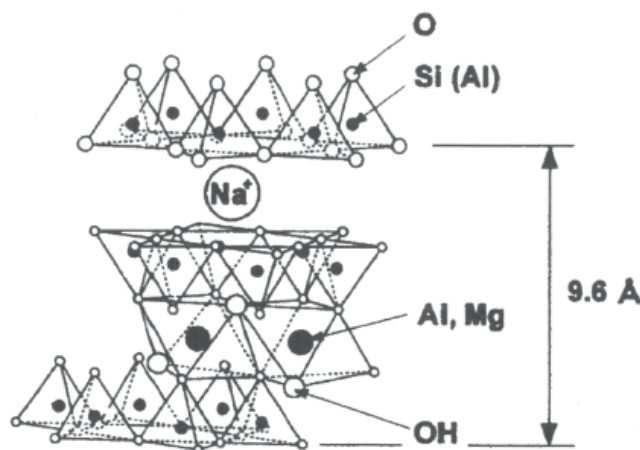
Для очистки питьевой и сточной воды традиционно применяют адсорбцию. В основном в качестве сорбентов используют ак-

тивные угли, синтетические сорбенты и некоторые отходы производства (золу, шлаки, опилки). Наиболее универсальными считаются активные угли, производство которых сложное и происходит в несколько стадий [5]. В этой связи перспективным является использование в процессе водоочистки в качестве сорбента органобентонита.

Цель работы – исследование свойств биологически активного органобентонита по отношению к микроорганизмам и обоснование перспектив его использования для водоочистки.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования был органобентонит, предоставленный ООО НПФ «Лисскон» (рисунок). Для оценки свойств органобентонита по отношению к микроорганизмам использовали взвесь стандартных тест-штаммов *Escherichia coli* 113-13 и *Staphylococcus aureus* 209 P, полученных из музея бактериальных культур Государственного научного учреждения Саратовского научно-исследовательского ветеринарного института Россельхозакадемии.



Структура элементарной ячейки Na-монтмориллонита

Взвесь микроорганизмов готовили в физиологическом растворе по стандарту мутности ГИСК имени Тарасевича № 10, титровали до концентрации 500 000 клеток в 1 мл и добавляли в раствор органобентонита, выдерживали в течение 30 минут при комнатной температуре. Затем делали высев 0,1 мл надосадочной жидкости на питательные среды.

Посевы инкубировали при температуре 37°C в течение 48 часов. Учет роста микроорганизмов производили по количеству колониеобразующих единиц (КОЕ) согласно методическим указаниям по микробиологическим методам исследований [1]. В качестве контроля производили высев исходного разведения микроорганизмов, а также исследовали на микробную контаминацию нестерилизованные образцы органобентонита.

Все исследования проведены в 3–5 кратных повторностях. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам с применением пакета прикладных программ Microsoft Excel 2003 (for Windows XP).

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе работы была проведена проверка контаминации исходного органобентонита различными группами микроорганизмов путем посева водного раствора образцов на питательные среды, оптимальные для различных эколого-физиологических групп микроорганизмов. Учет гетеротрофных бактерий проводили по наличию роста на чашках Петри с ГРМ-агаром, дрожжеподобных грибов – на агаре Сабуро, микромицетов – на среде Чапека. Оценивали морфологию выросших колоний и изучали морфологию клеток микроорганизмов общепринятыми методами микроскопирования: с окраской мазков синькой Леффлера, по Граму и по Циллю-Нильсону на споры. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Контаминация органобентонита
микроорганизмами

Объект исследования	Дрожжи	Грибы	Споры бацилл	Сапрофитные кокки
Органобентонит	-	-	+	+

Примечание: «-» – отсутствие микроорганизмов; «+» – наличие микроорганизмов.

Установлено, что в исходном органобентоните присутствуют споры бацилл и сапрофитные кокки, отсутствуют палочковидные гетеротрофные бактерии, дрожжи и грибы. Известно, что размеры спор бацилл составляют от 1,2 до 1,5 мкм, а размер кокковых форм – от 0,2 до 0,4 мкм. Факт их обнаружения в органобентоните подтверждает наличие пор, в которых могут задерживаться такие формы микроорганизмов, а также служит косвенным доказательством наноразмерности структуры органобентонита [2]. При исследовании посевов стерилизованных образцов органобентонита микроорганизмы не выявлены.

На втором этапе производили оценку антимикробных свойств исследуемого органобентонита. В табл. 2 представлены результаты учета КОЕ на питательных средах при высеве взвеси микроорганизмов после контакта с органобентонитом (опыт) и исходных разведений (контроль).

Таблица 2
Количество КОЕ на питательных средах
при обработке взвеси микроорганизмов
органобентонитом

Вид микроорганизмов	Количество КОЕ в чашках Петри Опыт	Контроль
<i>E. coli</i>	18,6 ± 3,4	96,8 ± 8,6
<i>S. aureus</i>	32,4 ± 2,8	91,7 ± 5,4

Учитывая размеры кишечной палочки и золотистого стафилококка, которые составляют 0,4–0,8 и 0,2–0,4 мкм соответственно [2], можно сделать заключение о способности органобентонита задерживать эти микроорганизмы. Бактерицидная способность органобентонита в наших исследованиях не выявлена.

На основании полученных данных разрабатывается технология использования органобентонита для комплексной очистки питьевой и сточной воды от ПАВ и различных микроорганизмов, в том числе и патогенных.

Список литературы

1. Абросимова О.В., Тихомирова Е.И. Экологическая эпидемиология: учебное пособие. – Саратов: СГТУ, 2009. – 44 с.
2. Борисенко Е.Г., Сидоренко О.Д., Ванькова А.А. Микробиология: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2010. – 288 с.
3. Бродский Ю.А. Органобентонит – ключ к повышению качества целого ряда технологий // Координатор инноваций. – 2003. – № 1. – С. 27–28.
4. Бродский Ю.А., Файнштейн И.З. Органобентонит – эффективная добавка при производстве лакокрасочных и других отделочных материалов // Сайт фирмы ООО «КОНСИТ-А». 30.04.2012. – URL: http://www.consit.ru/st_organob_efektivnaya_dob.shtml.
5. Водоподготовка: справочник / под ред. С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
6. Патент РФ № 2000122255/12, 20.12.2001 / Файнштейн И.З.; Бродский Ю.А.; Будрик Г.В.; Лукашин Ю.Я. Способ получения порошкообразного органобентонита // Патент Российской Федерации № 2000122255/12.2001.
7. Первый отечественный органобентонит // Электронная версия журнала «Наука и жизнь». 15.05.2012. – URL: http://www.nkj.ru/archive/articles/5346/?sphrase_id=65830.

References

1. Abrosimova O.V., Tikhomirova E.I. Ecological Epidemiology: schoolbook. Saratov: SSTU, 2009. 44 p.
2. Borisenko E.G., Sidorenko O.D., Van'kova A.A. Microbiology: schoolbook. M: Infra-M, 2010. – 288 p.
3. Brodskij Ju.A. Organobentonit – key to improvement of quality of a lot of technologies. The coordinator of innovations, 2003, no. 1, pp. 27–28.
4. Brodskij Ju.A., Fajnshtejn I.Z. Organobentonit – The effective additive by manufacture of paint and varnish and other finishing materials. Available at: http://www.consit.ru/st_organob_efektivnaya_dob.shtml (accessed 30 April 2012).
5. Belikov S. E. Water-preparation: handbook. M.: Akva-Term, 2007. – 240 p.
6. Patent RF no. 2000122255/12, 20.12.2001 / Fajnshtejn I.Z.; Brodskij Ju.A.; Budrik G.V.; Lukashin Ju.Ja. Way of reception organofil'nogo bentonita.
7. The first domestic organobentonit. Science and life, available at: http://www.nkj.ru/archive/articles/5346/?sphrase_id=65830.

Рецензенты:

Сергеева И.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой ботаники и экологии Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова, г. Саратов;

Коннова С.А., д.б.н., профессор, зав. кафедрой биохимии и биофизики, НИУ СГУ им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов.

Работа поступила в редакцию 28.01.2013.