

Российская академия наук
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный
технический университет»

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Материалы Международной
научно-практической конференции

(г. Воронеж, 12 ноября 2015 г.)

Часть II

Воронеж 2015

УДК 620.9

Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы
Международ. науч. - практ. конф. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский госу-
дарственный технический университет», 2015. Ч. II. 245 с.

ISBN 978-5-7731-0429-2

В сборник включены материалы Международной научно-практической
конференции, в которой нашли отражение вопросы по научно-техническим
проблемам техносферной безопасности. Материалы сборника соответствуют
научным направлениям вуза и Перечню критических технологий Российской
Федерации, утвержденному Президентом Российской Федерации.

Редакционная коллегия:

- | | |
|------------------|---|
| В.А. Небольсин | - д-р техн. наук, проф. - ответственный редактор,
Воронежский государственный технический университет; |
| В.Р. Петренко | - д-р техн. наук, проф.,
Воронежский государственный технический университет; |
| Е.Н. Герасимова | - д-р пед. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ,
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина; |
| В.В. Михайлов | - д-р техн. наук, проф., полковник, заслуженный метеоролог Рос-
сийской Федерации, начальник 1 факультета гидрометеорологи-
ческого ВУНЦ ВВС, г. Воронеж; |
| Н.В. Мозговой | - д-р техн. наук, проф.,
Воронежский государственный технический университет; |
| А.В. Калач | - д-р хим. наук, проф., зам. нач. Воронежского института ГПС
МЧС России; |
| А.В. Тертышников | - д-р техн. наук, ведущий науч. сотр.,
Институт прикладной геофизики им. акад. Е.К. Федорова,
г. Москва; |
| П.И. Пигулевский | - д-р геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.,
Институт геофизики НАН Украины, г. Днепропетровск; |
| В.А. Сачеников | - д-р физ.-мат. наук, проф.,
Белорусский государственный университет, г. Минск; |
| О. Новитович | - профессор,
Высшая школа металлургов, г. Белград, Сербия; |
| М. Лутовац | - профессор, магистр Научной школы «Черногория», г. Подгори-
ца, Черногория; |
| О.В. Яковлев | - д-р техн. наук, ведущий науч. сотр.,
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской ака-
демии наук, г. Москва; |
| А.В. Звягинцева | - канд. техн. наук, доц. - ответственный секретарь,
Воронежский государственный технический университет |

Рецензенты: кафедра экологической геологии Воронежского государственного
университета (зав. кафедрой д-р геол.-минерал. наук, проф.
И.И. Косинова);

д-р техн. наук, проф. Н.А. Ус

ISBN 978-5-7731-0429-2 © Коллектив авторов, 2015

© Оформление. ФГБОУ ВПО «Воронежский
государственный технический университет», 2015

БАРЬЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ БРУСИТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены уникальные сорбционные свойства природного минерала – брусита Кульдурского месторождения, а также смесей с различными глинами, приготовленных на его основе. Показано, что из брусита и его смесей могут изготавливаться различные сорбционные материалы, обладающие высокой эффективностью поглощения по отношению к тяжелым металлам, прежде всего к меди. Эти сорбенты могут успешно использоваться для создания барьерных технологий и решения различных экологических задач, связанных с защитой окружающей среды от тяжелых металлов, очисткой сточных вод и т.п.

Ключевые слова: брусит, глины, тяжелые металлы, медь, сорбция, поглощение, барьерные технологии, экологические задачи

Барьерные технологии, представляющие собой комплекс защитных мероприятий и сооружений, создаваемых на пути миграции различных токсикантов (радионуклидов, тяжелых металлов и т.п.), играют все более возрастающую роль в решении экологических проблем, связанных с загрязнением геологической среды. При этом создаваемые защитные экраны работают по принципу различных геохимических барьеров, которые могут быть полупроницаемыми (селективными) или непроницаемыми. Значительную роль в этих технологиях играют сорбционные барьеры, создаваемые на основе различных сорбентов. Среди природных сорбентов в барьерных технологиях традиционно применяются высокодисперсные глины смектитового состава. Наряду с этим могут использоваться и не глинистые минералы, в частности брусит ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), минерал, относящийся к классу гидроксидов. Поглощающая способность брусита по отношению к тяжелым металлам (ТМ) аномально высока и по разным данным составляет от 900 до 1400 мг/г [1-3]. Она намного (в десятки раз) превышает сорбционную ёмкость монтмориллонитовых глин (достигающую не более 450 мг/г) и тем более каолинитовых глин. Поэтому не удивительно, что к настоящему времени выполнено значительное число исследований по изучению сорбции бруситом ТМ из раствора, а также его применению как щелочного барьера или сорбента для органических токсикантов радионуклидов. Однако многие особенности бру-

сита, важные для решения экологических проблем, остаются еще слабо изученными [1-3]. В связи с этим целью настоящей статьи является оценка сорбционных свойств брусита и глинистых смесей на его основе по отношению к ТМ с возможным применением этих сорбентов для решения экологических проблем. Нами изучался брусит Кульдурского месторождения, которое является единственным в России эксплуатируемым месторождением брусита. Наряду с бруситом (марки БРКМ) в лабораторных экспериментах нами исследованы его смеси с огнеупорными глинами, отличающимися низкой физико-химической активностью, с целью их утилизации и возможного вторичного использования в качестве сорбентов (табл. 1). Из природного брусита (обр. №3) и указанных глин были изготовлены смеси в соотношении 1:1 по массе - обр. № 8 и 13 (табл. 1), которые затем были подвергнуты температурной модификации при 600 °С в течение часа (обр. №18 и 23). Кроме порошкообразных образцов изучались гранулированные образцы (1-я серия: обр. № 18г и 23г, 24г, 2-я серия: обр. № 25г- 29г) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследуемых образцов глин и брусита

Лаб.№ образца	Характеристика образца	Состав смеси, %	Температура обжига, °С	Состояние образца
1	Глина каолинитовая	100	-	Порошок св. серого цвета
2	Глина иллит-каолинитовая	50+50	-	То же
3	Брусит (марки БРКМ)	100	-	То же
8	Смесь №1 и №3	50+50	-	То же
13	Смесь №2 и №3	50+50	-	То же
18	Смесь №1 и №3	50+50	600	Порошок св. серо-розового цвета
23	Смесь №2 и №3	50+50	600	Порошок св. серый

Адсорбция изучаемыми глинами тяжелых металлов определялась нами по общепринятой методике оценки сорбционной ёмкости из раствора с помощью фотоколориметра-люминометра типа «УНИ-ФОТЛЮМ 8С-420» и спектрофотометра на приборе СПЕКТРОСКАН.

При этом получали серии данных по содержанию меди в исходном образце и образце после сорбции меди. В последнем случае образец предварительно отмывался от избытка свободной меди декантацией. По разности содержания меди в исходном и конечном образце рассчитывалась величина его сорбционной ёмкости по отношению к меди.

В ходе вышеописанных исследований нами были определены значения сорбции различных тяжелых металлов (занимающих крайние положения в ряду Mn – Ni – Co – Cd – Zn – Cu) на анализируемых глинах (обр. №1 и №2) и природном брусите (обр. №3). Результаты этих исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения сорбционной ёмкости исследуемых образцов по отношению к различным ТМ

№ обр.	Сорбционная ёмкость, мг/г			
	Cu	Cu*	Ni	Mn
1	0,023	0,58	0,01	п.о.
2	0,031	0,89	0,01	п.о.
3 (брусит)	189	171,4	2,8	0,3
8	6,2	8,7	1,5	0,01
13	13,2	19,2	2,4	0,02
18	278	267,8	4,6	0,56
19	-	5,28	-	-
23	240	216,6	5,7	0,32

Примечания: п.о. – предел обнаружения; * - определение методом спектроскопии

Высокая сорбционная способность брусита и глинистых смесей на его основе позволяет решать двоякую задачу: 1) утилизировать неактивные глины, 2) создавать на его основе высокоэффективные сорбенты. Область применения указанных сорбентов довольно широка: они могут применяться в системах водоочистки, для очистки промышленных стоков, для очистки гальванических стоков металлургических предприятий, для создания защитных сорбционных экранов (барьерных технологий), используемых для локализации очагов загрязнений и т.п.

Результаты определения сорбции анализируемых гранулиро-

ванных образцов обеих серий по отношению к меди, найденные методом колориметрии, представлены в табл. 3.

Таблица3

Сорбционная ёмкость гранулированных образцов

№ серии	Лаб. № образца	Температура обжига, °С	Диаметр гранул	Сорбционная ёмкость Cu, мг/г
1-я серия	18 _г	600	3,5-6	100
	23 _г	600	3,5-6	114
	24 _г	600	3,5	65
2-я серия	25 _г	780	3,5-5	114
	26 _г	600	< 3,5	161
	27 _г	600	>5	99
	28 _г	600	3,5-5	161
	29 _г	750	3,5-5	150

В результате выполненных исследований, можно заключить:

Обе изученные глины (обр. №1 и №2) имеют низкую физико-химическую активность и гидрофильность, не гигроскопичны, характеризуются весьма малой сорбционной ёмкостью по отношению к меди (сотые доли мг/г) и другим ТМ, вследствие чего могут применяться лишь как наполнитель при изготовлении гранулированных сорбентов или для целей утилизации.

Сорбционная ёмкость изученного природного брусита (марки БРКМ) по отношению к меди аномально высока и составляет величину порядка 180-200 мг/г, что позволяет использовать его в смесях с указанными глинами для получения высоко-сорбционно активных материалов по отношению к ТМ и в барьерных технологиях.

Термическая модификация брусита (обжиг при 600 °С в течение 1 часа) позволяет существенно повысить его сорбционную способность за счет «разрыхления» его кристаллической структуры и появления ряда новообразований – минералов и веществ, обеспечивающих возможную хемосорбцию ТМ.

Сорбционная ёмкость смесей глин с термически модифицированным бруситом при соотношении 1:1 (по массе) составляет по меди величины порядка 240-280 мг/г, что свидетельствует о возможности их использования в качестве эффективных сорбентов и в барьерных

технологиях для решения различных экологических задач.

Гранулирование брусито-глинистых смесей не снижает их сорбционную способность, что позволяет рекомендовать их для промышленного производства и последующего применения для решения всевозможных экологических проблем, связанных с очисткой сточных вод от ТМ, концентрированием ТМ, созданием сорбционных защитных барьеров на пути фильтрации токсичных веществ и др.

Литература

1. Бобылева С.А. Сорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением брусита / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2005, 21 с.

2. Бочкарев Г. Р. и др. Сорбционная очистка водных сред от мышьяка с использованием природного и модифицированного брусита [Текст] / Г.Р. Бочкарев, Г.И. Пушкарева, К.А. Коваленко // Строительство (Известия вузов). - 2011. - № 6. - С. 59-64.

3. Бочкарев Г.Р., Г.И. Пушкарева, С.А. Бобылева. Влияние некоторых физико-химических и технологических факторов на сорбционную емкость брусита. - Известия вузов: Строительство», № 9, 2003, с. 113-116.

Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова

V.A. Korolev, E.N. Samarin, I.V. Romanova

BARRIER TECHNOLOGY BASED ON BRUCITE FOR ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY

The unique sorption properties of brucite, as well as mixtures of various clays, prepared on this basis are considered. It is shown that of brucite and mixtures thereof can be made different sorption materials with high absorption efficiency with respect to heavy metals, especially to copper. These sorbents can be successfully used to create a barrier technology and solving various environmental issues related to the protection of the environment of heavy metals, sewage, etc.

Key words: brucite, clay, heavy metals, copper, adsorption, absorption, barrier technology, environmental problems

Moscow State University name M.V. Lomonosov