

УДК 621.039.7: 628.58

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН НА ИХ
СОРБЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ПО ОТНОШЕНИЮ К** **^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{233}U , ^{241}Am ¹****Жаркова В.О.¹, Ершова Я.Ю.¹, Закусин С.В.^{2,3},
Макаров А.В.⁴, Прядко А.В.⁴**¹ *Лаборатория экологических проблем обращения с радиоактивными
и токсичными отходами ИФХЭ РАН**117342, Москва, ул. Обручева, д.40; e-mail: v.zarkova11@gmail.com*² *119017, Москва, Старомонетный пер., д.35**Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии,*³ *119991, Москва, Ленинские горы, д.1**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*⁴ *125047, Москва, Миусская площадь, д.9**Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

В работе рассмотрено изменение сорбционных свойств бентонитовых глин Таганского и Зыряновского месторождений в результате термохимической обработки, имитирующей возможное воздействие радиоактивных отходов на бентонитовый барьер хранилища.

Бентонитовые глины, содержащие не менее 70% минерала монтмориллонита, рассматриваются в ряде стран в качестве противомиграционного и противофильтрационного барьера при создании подземных хранилищ РАО. Ключевыми свойствами бентонитов для этих целей являются низкая водопроницаемость, значительная сорбционная способность по отношению к большинству радионуклидов, довольно высокая термостойкость, теплопроводность и пластичность [1]. Однако при эксплуатации хранилища возможно воздействие агрессивных растворов на бентонитовые глины барьеров, которое приведет к изменению их изоляционных свойств [2]. Условия модификации бентонитов в течение длительного времени могут быть смоделированы путем воздействия растворов неорганических кислот (например, азотной кислоты) при повышенных температурах. Азотная кислота является одним из основных компонентов при переработке радиоактивных растворов различными способами, а также при подготовке жидких радиоактивных отходов к захоронению в глубокие геологической формации [3].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 16-17-10270 «Стабильность буферных свойств бентонитовых барьерных систем при их эксплуатации для изоляции захоронений радиоактивных отходов».

Повышение температуры вблизи контейнеров с радиоактивными отходами обусловлено присутствием в них тепловыделяющих радионуклидов [2, 4].

В данной работе приведены результаты исследования сорбции ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{233}U и ^{241}Am на природных и кислотно-модифицированных бентонитовых глинах месторождений Таганское (Казахстан) и Зырянское (Урал). Термохимическую обработку бентонитов проводили при температуре 90°C в 13 М азотной кислоте в течение 5 часов при непрерывном перемешивании. Такое воздействие приводит к изменению структуры глины, которое возможно при экстремальных условиях в хранилищах РАО.

Сорбционные характеристики образцов определяли в статических условиях при соотношении фаз Т:Ж = 1:100. Перед началом опытов в раствор вносили индикаторные количества радионуклидов (моль/л): ^{90}Sr – $1.5 \cdot 10^{-10}$; ^{137}Cs – $1.35 \cdot 10^{-10}$; ^{233}U – $4.5 \cdot 10^{-10}$; ^{241}Am – $2.3 \cdot 10^{-10}$ таким образом, чтобы исходная концентрация активного нуклида в растворе составляла около 100 Бк/мл. Рабочие растворы доводили до $\text{pH} = 7.2\text{--}8.0$, что соответствует реальным условиям захоронения РАО.

Показано, что бентонитовые глины Таганского и Зырянского месторождений обладают высокими сорбционными свойствами – значение степени сорбции составляет не менее 80% для природных образцов глин и не менее 96% для кислотно-модифицированных. Кислотная модификация увеличивает сорбционную способность исследованных образцов на 4-11% по отношению к ^{90}Sr и ^{233}U , на 7-18% по отношению к ^{137}Cs , а количество поглощенного в псевдоравновесных условиях ^{241}Am практически не зависит от типа образца. Повышение сорбционных свойств, вероятно, обусловлено максимальным воздействием на структуру минерала, вымыванием поверхностных щелочных и щелочноземельных катионов металлов и увеличением площади удельной поверхности.

Данные сорбционных экспериментов не позволяют сделать вывод о том, в каком виде ионы сорбируются на поверхности исследуемых глин, а также о самом механизме удерживания. Для изучения этого вопроса использовали метод последовательного выщелачивания, по результатам которого была проведена оценка распределения ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{233}U и ^{241}Am , находящихся в определенных физико-химических формах на породах.

Авторы выражают благодарности: канд. геол.-минерал. наук В.В.Крупской (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ РАН), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ им. М.В. Ломоносова)); к.т.н. Е.А.Тюпиной (Российский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева (РХТУ), Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»).

Литература

1. Обливанцев Д.Ю., Щербакова Е.П. Вопросы использования бентонита в качестве защитного барьера хранилищ радиоактивных отходов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 11, с. 116-122.
2. Зубков А.А., Захарова Е.В., Макарова О.В. и др. Преобразование системы раствор-порода при захоронении жидких РАО низкого уровня активности ОАО «СХК» в песчаные пласты-коллекторы // Материалы Российской конференции «Фундаментальные аспекты безопасного захоронения РАО в геологических формациях», Москва, 15-16 октября 2013. — М.: Издательская группа «Граница», 2013. — стр. 54-56.
3. Рыбальченко В.Д., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. — Москва, ИздАТ, 1995. — 256 с.
4. Лаверов Н. П., Величкин В. И., Омеляненко Б. И., Юдинцев С. В., Петров В. А., Бычков А. В. Изменение окружающей среды и климата. — М.: ИГЕМ РАН; ИФЗ РАН, 2008. Т.5: Изоляция отработавших ядерных материалов: геолого-геохимические основы. — 280 с.