

ПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАО

М.Л.Кулешова, В.И.Сергеев, Т.Г.Шимко, Н.Н. Данченко

Развитие атомной промышленности и ВПК приводит к накоплению большого количества высокотоксичных и радиоактивных отходов. Единственным способом обращения с такими отходами является локализация и размещение их в геологических формациях. При этом необходимо создание системы многобарьерной защиты, которая исключает попадание радионуклидов в окружающую среду. Такая система включает различные барьеры: контейнеры, буферные засыпки из сорбционно-емкого материала, консервирующие засыпки, переводящие жидкие отходы в пасты, выбор горных пород для размещения хранилища и т.п. Часто для захоронения РАО используются синтетические материалы-матрицы, но стоимость их производства весьма высока.

Для сооружения противомиграционных и противofiltrационных геохимических барьеров используются **бентонитовые глины**. Сорбционные свойства бентонитовых глин главным образом определяются составом и количественным содержанием их породообразующих минералов – смектитов. Специфика смектитов заключается в их высокой физико-химической активности, а также в лабильности их межслоевого пространства, что достаточно легко позволяет модифицировать глины с целью улучшения поглощающих свойств. Высокие емкостные и сорбционные свойства смектитов определяются очень большой дисперсностью и дефективностью структуры, увеличивающей эффект дисперсности за счет возрастания количества активных центров. По мнению В.Г. Шлыкова (2006), рост дисперсности оказывает решающее влияние на увеличение емкостных и сорбционных свойств смектитов.

Цель настоящей работы – дать сравнительную оценку поглощающих свойств бентонитовых глин различного генезиса, возраста и состава по отношению к Cs и Sr. Эти элементы относятся к радионуклидам со средним периодом полураспада (около 30 лет) и хорошо растворимы в воде. В первые десятилетия хранения РАО их радиоактивность сохраняется на высоком уровне именно за счет ^{137}Cs и ^{90}Sr . Такие исследования помогут выделить среди бентонитов наиболее перспективные и экономически выгодные для практического применения при захоронении РАО.

Оценка сорбционной способности бентонитов в отношении Sr и Cs проводилось на пяти разновидностях бентонитовых глин различного генезиса, возраста и состава. Для сравнения в экспериментальную серию включен образец суглинка с низким содержанием монтмориллонита.

Таким образом, в опытную серию были включены следующие образцы:

1. бентонит (щелочной) из Асканского месторождения, Грузия (Pg2), *гидротермально-метасоматический тип*. 2. бентонит (щелочной) из Огланлинского месторождения, Туркмения (Pg2), *вулканогенно-осадочный (ВО), морской подтип*. 3. бентонит (щелочноземельный) из Дашковского месторождения (Московская обл., г. Серпухов (C1), *терригенно-коллоидно-осадочный (О), континентальный подтип*. 4. бентонит (щелочноземельный) из Зырянского месторождения, Курганская обл. (N1), *терригенно-коллоидно-осадочный тип (О), континентальный подтип*. 5. бентонит (щелочноземельный) из Дашуковского месторождения, Черкасская обл., Украина (N1), *терригенно-коллоидно-осадочный (О), морской подтип*. 6. суглинок (d QIV) из района г. Сарова.

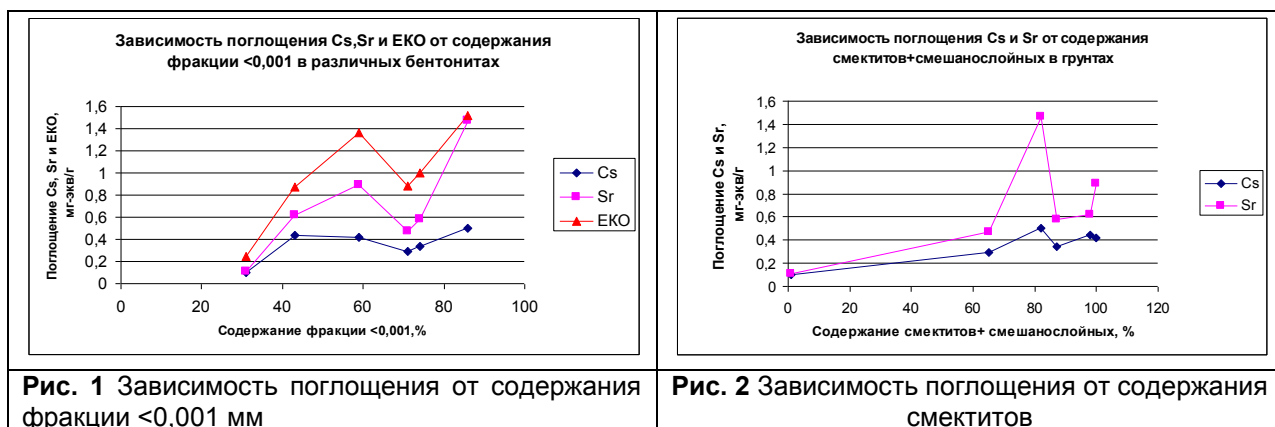
Для характеристики выбранных грунтов были проведены исследования их гранулометрического, минерального и химического составов, а также емкости катионного обмена (ЕКО), как наиболее характерного показателя их физико-химической активности.

Минеральный состав грунтов определялся методом рентгеновской дифрактометрии. Исследования выполнены ст.н.с. В.Л. Косоруковым на дифрактометре ДРОН-3М и инж.-иссл. С.В. Закусиным на дифрактометре ULTIMA-IV, приобретенным за счет средств ПР МГУ.

Определение минерального и химического состава образцов позволило установить, что дашуковский бентонит представлен модифицированной разностью. В его природном обменном комплексе Са и Mg заменены на Na путем обработки содой, при этом произошла дополнительная диспергация частиц.

Поглощающие свойства бентонитов изучались в статических условиях путем получения изотерм сорбции для азотнокислых растворов Sr и Cs различной концентрации. Все изотермы имеют характер кривых Ленгмюра. За максимальное значение емкости поглощения принималась величина, соответствующая горизонтальному участку кривой.

На рис. 1 и 2 показаны полученные зависимости поглощения от дисперсности и содержания смектитов.



В табл. 1 приведены полученные значения емкостей поглощения исследованных грунтов по стронцию и цезию, выраженные в мг и мг-экв на грамм, а также емкости катионного обмена, выраженные также в мг/г грунта.

Таблица 1. Поглощающая способность грунтов (статический режим) и ЕКО

Грунты	Поглощающая способность				ЕКО
	Sr		Cs		
	мг-экв/г	мг/г	мг-экв/г	мг/г	
1. бентонит асканский	0,89	39	0,42	55,3	1,36
2.бентонит огланлинский	0,62	27	0,44	58	0,87
3.бентонит дашковский	0,58	25	0,34	45	1,00
4. бентонит зырянковский	0,47	20,5	0,29	39	0,88
5. бентонит дашуковский	1,47	64,5	0,5	66,5	1,52
6. суглинок саровский	0,11	4,9	0,1	13,3	0,25

Выводы

Выполненные исследования позволили установить следующие закономерности. При сравнении емкости катионного обмена (ЕКО) с величинами емкости поглощения бентонитов по Cs и Sr, выраженными в мг-экв/г, можно видеть, что ЕКО не полностью участвует в обменных процессах и его значение выше емкости поглощения и по Sr и по Cs. Очевидно, это связано с более крупными, чем у Na, Mg, и Ca размерами ионов Sr и Cs. При этом величина ЕКО всех бентонитов наилучшим образом коррелируется со значениями поглощения по стронцию и цезию.

Из пяти исследованных бентонитов четыре имеют в своем составе монтмориллонит в Na-форме в количестве от 38 до 70 % в валовой пробе. Один бентонит (Дашковского месторождения) состоит из монтмориллонита с Ca-Mg в обменном комплексе. Такой состав в целом находит отражение в величинах емкости поглощения по Sr и Cs – чем больше Na монтмориллонита, тем выше поглощающая способность.

Тезис В.Г. Шлыкова о том, что дисперсность играет главенствующую роль в проявлении сорбционных свойств бентонитов, подтверждается лишь отчасти. Большое значение имеют, помимо состава обменного комплекса смектитов, состав второстепенных

минералов, а также вид исследуемого адсорбата. Асканский и огланлинский бентониты имеют более высокие емкости поглощения, чем дашковский и зырянский, хотя дисперсность последних выше. Это можно объяснить наличием в их составе цеолитов в значимых количествах (14 и 9 %).

Модифицированный путем насыщения обменного комплекса натрием бентонит (дашуковский) обладает максимальной из исследованных образцов дисперсностью и максимальной способностью к поглощению Sr и Cs. В нем не только произошла замена природных катионов Ca и Mg на Na, но и увеличилась дисперсность: содержание частиц $< 0,001$ мм составляет 86 %.

Литература

1. В.Г. Шлыков Рентгеновский анализ минерального состава дисперсных грунтов. М.: ГЕОС, 2006. – 176 с. ISBN 5-89118-368-8
2. Генетические типы и закономерности распространения месторождений бентонитов в СССР./Под ред. Н.В. Кирсанова. М. Недра: 1981, 214 с.
3. Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы: 8 т./Пред. ред. кол.: Н.П. Лаверов. РАН.-М.: ИФЗ РАН, 2008, 254 с.