

СОДЕРЖАНИЕ МОНТМОРИЛЛОНИТА И ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ 10-Й ХУТОР

Чихирева В.В., Тукмачёв Д.В.

Научный руководитель профессор Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие атомной энергетики ведет к накоплению большого количества радиоактивных отходов, что вызывает необходимость разработки эффективных и экологически безопасных методов их изоляции. В настоящее время принята концепция многобарьерного захоронения радиоактивных отходов, предполагающая сочетание природных защитных барьеров с искусственными, уменьшающими возможность миграции радионуклидов в биосферу. Природные защитные барьеры зачастую представлены монолитными горными породами, а искусственные – контейнерами для размещения отходов и буферным материалом, заполняющим пространство между контейнером и вмещающей горной породой. В настоящее время большинство концепций захоронения радиоактивных отходов предполагают использование в качестве буферного материала бентонитовые глины [1].

Использование глин в составе инженерных барьеров безопасности предполагает контроль показателей их качества. На сегодняшний момент существует несколько подходов к оценке качества, различия как перечень критериев качества, так и их показателей. В данной работе предполагается рассмотреть требования Шведской концепции захоронения радиоактивных отходов KBS-3 [2].

Целью данной работы является оценка качества бентонитовых глин месторождения 10-й Хутор согласно требованиям Шведской концепции захоронения радиоактивных отходов.

В качестве объекта исследования было использовано три образца бентонитовых глин, отобранных на месторождении 10-й Хутор, Республика Хакасия.

Минеральный состав исследуемых образцов глин определялся рентгенофазовым методом на дифрактометре BRUKER D2 PHASER. Принцип действия дифрактометров основан на дифракции рентгеновских лучей от атомных плоскостей кристаллической решетки исследуемого вещества. Содержание органического углерода определялось пиролизическим методом на установке «Rock-Eval 6 Turbo». В основе метода Rock-Eval лежит термическое моделирование эволюции нефтематеринской породы. Данный метод позволяет судить о количестве свободных углеводородов, содержащихся в поровом пространстве, и об остаточном генерационном потенциале органического вещества породы.

Результаты исследования состава глинистого материала представлены в таблице. В составе всех трех образцов содержание монтмориллонита различно, но везде превышает 50 %. Максимальное содержание монтмориллонита характерно для образца 134, в котором обнаружено почти 85 % монтмориллонита. Как известно, основными порообразующими компонентами бентонитовых глин являются минералы группы смектита, преимущественно монтмориллониты. Важными особенностями монтмориллонита, определяющими его барьерные свойства, являются способность к адсорбции различных ионов, пластичность, набухаемость и низкая водопроводимость, обусловленные строением его кристаллической решетки. Именно поэтому, содержание монтмориллонита в составе глин является одним из ключевых факторов приемлемости их использования в качестве буферного материала [1]. Так согласно KBS-3, лишь образец 134 соответствует требованиям, предъявляемым к барьерным материалам по содержанию монтмориллонита. Кроме этого, в требованиях KBS-3 указано, что содержание сульфидов не должно превышать 0,5 %. Во всех исследованных образцах не обнаружено указанной минеральной фазы, однако в образце 136 присутствуют отдельные микровключения пирита, выявленные при исследовании методом электронной микроскопии. Столь незначительное количество пирита в образце, безусловно, не влияет на его качество.

Органические компоненты в составе барьерных материалов могут служить пищей для бактерий, интенсифицирующий процесс коррозии контейнеров для размещения отходов. Процесс биокоррозии заключается в химическом воздействии на металл продуктов жизнедеятельности бактерий, что ведет к изменению кислотности среды и разрушению металла посредством его превращения в оксид. Таким образом, в условиях пункта захоронения радиоактивных отходов необходим контроль за содержанием органических компонентов в барьерных материалах [3]. В рассматриваемых образцах содержание органического углерода не превышает 0,13 %, что значительно ниже требований, указанных в KBS-3.

Таблица

Сравнение результатов исследования показателей качества глинистых материалов с требованиями концепции KBS-3

Содержание монтмориллонита			Содержание органического углерода		
Требования концепции KBS-3	Полученный результат		Требования концепции KBS-3	Полученный результат	
75-90 %	Образец 134	84,46 %	<1 %	Образец 134	0,12 %
	Образец 135	54,1 %		Образец 135	0,1 %
	Образец 136	64,33 %		Образец 136	0,13 %

Сравнительный анализ полученных результатов позволяет сделать следующий вывод: по содержанию монтмориллонита и органического углерода только образец 134 подходит для применения в качестве барьерного материала. Образцы 135 и 136 не имеют большого количества органического вещества, что не способствует развитию

микробиологических процессов, однако содержание монтмориллонита, отвечающего за барьерные свойства материала, не удовлетворяет требованиям KBS-3. За счёт пониженного содержания монтмориллонита, данные образцы не имеют физических свойств, необходимых для надёжной изоляции радиоактивных отходов.

Работа поддержана Государственным Заданием РФ «Наука». Проект FSWW-2023-0008.

Литература

1. Крупская В. В. и др. Изоляционные свойства бентонитовых барьерных систем для захоронения радиоактивных отходов в Нижнеканском массиве // Радиоактивные отходы. – 2020. – №. 1. – С. 35-55.
2. Safi I. Radiation Effects on KBS-3 Barriers: SKB's work so far. – 2017.
3. Колесникова Н. Н. и др. Биологическая коррозия металлических конструкций и защита от нее // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №. 1. – С. 170-174.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СНЕГОЗАНОСА В ПРОВЕТРИВАЕМОМ ПОДПОЛЬЕ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГНОЗНЫХ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Чуржакова Д.В.

Научный руководитель главный специалист АО «ТомскНИПИнефть» Филимонов А.А.
АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия

Одним из этапов проектирования зданий и сооружений в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов является выполнение прогнозных теплотехнических расчетов, в результате чего определяется температурное распределение в основании проектируемого сооружения на заданный временной промежуток. При задании расчетной модели учитывается высота снежного покрова, влияющая на поступление холода в зимний период в толщу грунта, но в нормативной документации не представлены методики задания снежного покрова для выполнения прогнозных теплотехнических расчетов сооружений с проветриваемым подпольем [1, 2].

Глобально все здания и сооружения с проветриваемым подпольем разделяются на 4 группы:

1. здания и сооружения с проветриваемым подпольем шириной менее 3 м;
2. здания и сооружения с проветриваемым подпольем с габаритными размерами в плане более 3 м;
3. надземные резервуары диаметром до 25 м;
4. надземные резервуары диаметром более 25 м.

В результате анализа существующих мнений были выделены 7 схем задания снегозанося, предназначенных для конкретных групп сооружений. В работе рассматривается 2 группы с наибольшими конструктивными различиями и 5 соответствующих им схем задания снегозанося. Вариативность использования разных методик сведена в матрицу расчетных моделей (табл. 1). Для каждой из рассматриваемых групп было выбрано опытное сооружение, не предусматривающее применение термостабилизации по проекту.

Таблица 1

Матрица расчетных моделей

Методики (схемы) задания снегозанося	Рассматриваемые сооружения	
	Сооружения с проветриваемым подпольем с размерами в плане более 3 м	Резервуары диаметром до 25 м
НПО «Фундаментстройаркос»		
Внутри подполья высота снегозанося 0,5·X м. Вблизи 2-х м от периметра сооружения (за его пределами) высота снегозанося 2·X м	PM1-1	PM2-1
АО «ТомскНИПИнефть»		
Внутри подполья площадь сооружения разделяется на 3 зоны масштабированием периметра относительно центральной точки сооружения в плане на 1/3, 2/3, 3/3, с приложением снегозанося высотой	0,5·X м, 0,75·X м, X м соответственно	PM1-2
	0,25·X м, 0,5·X м, 0,75·X м соответственно	PM2-2
Другие источники		
Внутри подполья высота снегозанося 0,2·X м	PM1-3	PM2-3
Внутри подполья (под сооружением) на расстояние 1 м от периметра сооружения высота снегозанося X м. На остальной площади внутри подполья высота снегозанося 0,2·X м	PM1-4	-

X – нормативная высота снежного покрова, м

При исследовании сооружений с габаритными размерами более 3 м рассматривалось здание длиной 35 м, шириной 15 м и высотой подполья 1,8 м. Для него были разработаны 4 идентичные расчётные модели