

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В МОРСКОЙ ТОЛЩЕ И ПОРОВЫХ ВОДАХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЗОНАХ МЕТАНОВЫХ СИПОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

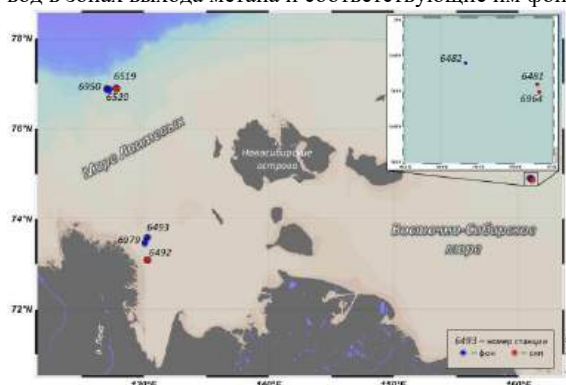
Соколова Е.Д., Моисеева Ю.А.

Научный руководитель профессор Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Моря Восточной Арктики являются регионом, особенно благоприятным для накопления в его донных отложениях огромных запасов органического углерода, создавая благоприятные условия для метаногенеза и формирования залежей метана в донных отложениях. Для данной территории также характерны очаги метановых сипов. Метановые сипы – это уникальные экосистемы, в которых происходит сложный процесс образования и разложения метана. Данный процесс играет одну из главных ролей в глобальном углеродном цикле. С этой точки зрения, метан как мощный парниковый газ, который выбрасывается в атмосферу, оказывает влияние на климат [1]. В свою очередь проблема изменения глобального климата в настоящее время является одной из самых острых, стоящих перед мировым сообществом. По последним данным температура воздуха в Арктике увеличилась более чем в два раза по сравнению со средним глобальным значением за последние два десятилетия [4].

Такой процесс как разгрузка метана приводит к изменению геохимической среды в вертикальном разрезе по всей толще донных отложений и морской воды. Интенсивные изменения среды незамедлительно влияют на биогеохимические циклы и миграцию всех элементов из донных отложений (поровых вод) в морскую воду [2, 5]. Поэтому данная работа посвящена изучению распространённости микрокомпонентного состава поровых и морских вод в зонах выхода метана и соответствующие им фоновые участки.



Таблица

Общая характеристика станций отбора проб

Море	№ станции	Широта (N)	Долгота (E)	Глубина, м	Мощность осадка, см	Количество проб		Условия
						Морских	Поровых	
Восточно-Сибирское море	6481	74°54'0"	160°55'48"	44		9	—	сип
	6964	74°54'36"	160°55'12"		20,5	—	8	сип
	6482	74°54'0"	160°56'24"	42	22	5	8	фон
Море Лаптевых	6519	76°53'24"	129°7'48"	63,3	16	5	4	сип
	6520	76°54'0"	127°47'24"	67		6	—	фон
	6950	76°52'48"	127°1'12"		12	—	5	фон
Море Лаптевых (вблизи дельты р. Лена)	6492	73°5'24"	130°16'48"	20,3	18	6	8	сип
	6493	73°35'24"	130°16'48"	21,7		6	—	фон
	6979	73°28'12"	130°4'12"		13,5	—	3	фон

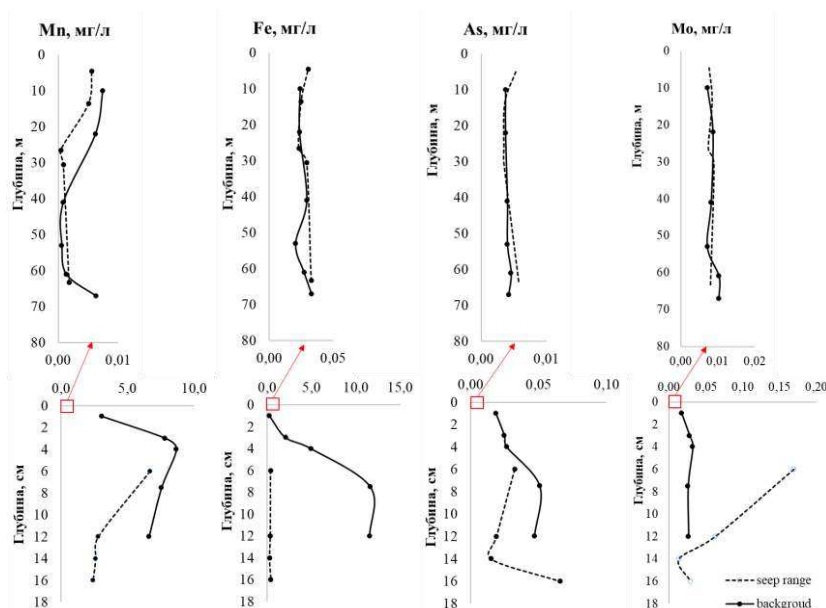


Рис. 2. Глубинные профили концентрации Mn, Fe, As, Mo в морских и поровых водах на фоновых и станциях выхода метана Моря Лаптевых

Средние концентрации микроэлементов в морской воде в фоновой обстановке уменьшались от моря Лаптевых до Восточно-Сибирского моря; у дельты р. Лена средние концентрации микроэлементов составляют минимальные значения. В условиях выхода метана имеется тенденция уменьшения концентраций микроэлементов от моря Лаптевых к Восточно-Сибирскому морю (в зоне дельты средние значения концентраций также минимальные).

В заключении можно сделать вывод, что морские воды на всех участках исследования не претерпевают значительных изменений по микрокомпонентному составу в условиях эмиссии метана. В поровых водах на всех участках исследования микроэлементами, чьи средние концентрации в условиях эмиссии метана выделяются относительно фона, являются: Al, Ti, V, Cr, Mo, U, Sr. В тех же условиях относительно фона на участке Восточно-Сибирского моря выделяются Fe, Co, Ni; на участке моря Лаптевых – Rb; на участке дельты р. Лена – Mn, As. Элементы, проявляющие себя в сипе отлично от их фоновой обстановки, можно принимать как сопутствующие показатели эмиссии метана.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного Задания РФ «Наука». Проект FSWW-2023-0008.

Литература

1. Methane and climate change: scientific problems and technological aspects [Text]. – М.: Российская академия наук, 2022 / Под ред. академика РАН В.Г. Бондура, академика РАН И.И. Мохова, члена-корреспондента РАН А.А. Маковского.
2. Impact of methane occurrence on iron speciation in the sediments of the Gdansk Basin (Southern Baltic Sea) [Text] / O. Broclawik, K. Łukawska-Matuszewska, A. Brodecka-Goluch, J. Bolalek // Science of The Total Environment. – 2020. – V. 721.
3. Near bottom water warming in the Laptev Sea in response to atmospheric and sea-ice conditions in 2007 [Text] / J. A. Holemann, S. Kirillov, T. Klagge, A. Novikhin, H. Kassens, L. Timokhov // Polar Res. – 2011. – V. 30. – 6425.
4. Meredith, M., M. Sommerkorn, S. Cassotta, C. Derksen, A. Ekaykin, A. Hollowed, G. Kofinas, A. Mackintosh, J. Melbourne-Thomas, M.M.C. Muelbert, G. Ottersen, H. Pritchard, and E.A.G. Schuur, Chapter 3. 2019: Polar Regions. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate eds. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer In press. – P. 203–320.
5. The behavior of trace elements in seawater, sedimentary pore water, and their incorporation into carbonate minerals: a review. Facies [Text] / D. Smrzka, J. Zwicker, W. Bach, D. Feng, T. Himmler, D. Chen, J. Peckmann. – 2019. – V. 65. – 41.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ 10-Й ХУТОР

Тукмачев Д.В.

Научный руководитель профессор Н.В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Исследования последних десятилетий показали, что наиболее эффективной технологией по финальной изоляции радиоактивных отходов (РАО), с точки зрения экологической безопасности и надёжности, в течение длительного времени, является захоронение в глубоководном многобарьерном комплексе [1]. Изоляция РАО проводится в пунктах приповерхностного захоронения расположенных на глубине не более 100 метров для 3 и 4 класса, а также в пунктах глубинного захоронения, размещающихся на расстоянии более 100 метров от поверхности земли, для 1 и 2 класса [3]. Принцип многобарьерности обеспечивает долговременную изоляцию РАО и основывается на использовании нескольких независимых барьеров безопасности, в состав которых входят: вмещающая горная порода, буферный материал, контейнер и упаковка РАО. Главная задача барьеров – не допустить выход продуктов распада радионуклидов и физических воздействий РАО в прогнозируемый период службы пункта захоронения. Для выполнения поставленной задачи компоненты системы инженерных барьеров, представленных буферным материалом и контейнером, должны соответствовать определённым критериям качества, которые бы позволяли им выполнять свои функции безопасности:

1. Локализация РАО на период их потенциальной опасности от биосферы.
2. Сохранение барьерных свойств при воздействии внешних природных и техногенных факторов, а также под влиянием процессов, протекающих внутри пункта захоронения.
3. Ограждение РАО от непреднамеренного вторжения людей и животных.
4. Обеспечение герметичности системы при воздействии вмещающей горной породы [2,4].

Буферный материал, в большинстве зарубежных концепций захоронения РАО, планируется производить из смеси на основе бентонитовой глины, так как она обладает высокими сорбционными свойствами по отношению к многим радионуклидам, а также низкой водопроницаемостью. В течение последних десятилетий проводятся работы по обоснованию безопасности пункта глубинного захоронения РАО 1 и 2 класса, проектируемого на территории Нижнеканского массива в Красноярском крае. Согласно последним опубликованным работам, в качестве сырья, для создания буферного материала, исследуются бентонитовые и каолиновые глины, а также смеси на их основе. Барьерные свойства бентонитовых глин обусловлены, главным образом, наличием в их составе глинистого минерала монтмориллонита. Его содержание в глинe составляет порядка 60-70% [4].

Цель данной работы – исследования физических свойств бентонитовой глины, отобранной на месторождении 10-й Хутор, которые могут повлиять на выполнение функций безопасности в пункте захоронения РАО. В рамках работы были определены следующие параметры: коэффициент фильтрации, относительная деформация набухания, влажность на пределе усадки, насыпная плотность и плотность частиц.

Объектами исследования являются три образца бентонитовой глины под номерами 134, 135, 136 отобранные на месторождении 10-й Хутор в Республике Хакасия.

Определение насыпной плотности проводилось методом режущего кольца, а измерение плотности частиц с помощью пикнометрического метода. Влажность глины и её влажность на границе текучести определены методами высушивания до постоянной массы и балансирным конусом Васильева. Все методики выполнялись согласно требованиям ГОСТа 5180-2015. Исследования коэффициента фильтрации проведены по методике «Определение коэффициента фильтрации глинистых грунтов» на основании ГОСТа 25584-2016. Замеры проводились на компрессионно-фильтрационном приборе Знаменского-Хаустова при насыпной плотности грунта. Для исследования процессов набухания и усадки использовались методики из ГОСТа 12248.6-2020. Относительная деформация набухания образцов глин проводилась на приборе свободного набухания (ПНГ).

Результаты исследований представлены в таблице.