

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО-АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 200 ЛЕТ

Ким Д.В., Аксентов К.И., Саттарова В.В., Астахов А.С., Иванов М.В., Алаторцев А.В.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

kim.dv@poi.dvo.ru

Ключевые слова: ртуть, Арктика, скорости осадконакопления, геохимический фон, донные осадки.

Ртуть является нейротоксичным загрязнителем, распространяющимся по всему миру через атмосферный перенос, океанские течения и реки. Поступление ртути в арктические экосистемы в значительной степени обусловлено глобальными выбросами ртути, поскольку локальные антропогенные выбросы ртути в Арктике незначительны. Быстрые климатические изменения наиболее чутко проявляются в арктическом регионе. При таянии вечной мерзлоты возможно дополнительное поступление ртути в арктические морские экосистемы [1]. Обширные области восточной Сибири заняты вечной мерзлотой, которая в настоящее время деградирует и тем самым талый материал может выноситься в акваторию шельфа. В отсутствие прямых наблюдений оценку динамики поступления ртути возможно провести лишь по донным отложениям.

Ненарушенные керны донных отложений взяты коробчатым дночерпателем и многотрубным пробоотборником в рейсе №95 на НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Пробы замораживались и в лабораторных условиях сушились в лиофильной сушилке. Затем пробы гомогенизировались и истирались в агатовой ступке. Определение ртути проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915М с пиролитической приставкой ПИРО-915+. Определение химического состава проводилось на рентгенфлуоресцентном спектрометре Delta DPO 2000 Olympus. Органический углерод (total organic carbon – TOC) определялся на анализаторе углерода Shimadzu TOC-LCSH/CPH с приставкой для твердых образцов SSM-5000A. Точность определения контролировалась международными стандартами донных отложений HISS-1, MESS-4, PACS-3. Гранулометрический состав анализировался на лазерном дифрактометре Analysette 22 NanoTec Plus. Для расчета современных скоростей осадконакопления использовались данные по неравновесному свинцу-210 по модели постоянной начальной концентрации, так как его распределение в толще отложений стремиться к экспоненциальному закону.

Изучаемые керны донных отложений сложены в основном алевроито-пелитовыми частицами, доля песка увеличивается в отложениях, распространенных на внутреннем шельфе в зонах влияния крупных рек (Лена, Индигирка, Колыма). Окисленный слой (от коричневого до светло-коричневого) залегает в поверхностных горизонтах мощностью от первых сантиметров на внутреннем шельфе и до 30-50 сантиметров на внешнем шельфе и склоне. Доля биогенных компонентов (диатомовые, радиолярии, спикулы губок) возрастает в донных отложениях Чукотского моря. Современные скорости осадконакопления на внутреннем шельфе составляют 0.15–0.20 см/год, на внешнем шельфе и глубоководных частях уменьшаются до 0.02–0.05 см/год [2, 3].

В распределение ртути наблюдается тренд увеличения концентраций ртути в донных отложениях от внутреннего (глубина менее 50 м) шельфа к склону. Фоновые концентрации ртути в донных отложениях внутреннего шельфа изучаемых морей находится на уровне 20-32 мкг/кг.

Исключение составляют донные отложения внутреннего шельфа юго-восточной части моря Лаптевых, концентрации ртути в которых составляют 38–39 мкг/кг. Донные отложения внешнего шельфа (от 50 до 200 м) характеризуется повышенным уровнем ртути с концентрациями 40–56 мкг/кг, при этом максимальная концентрация 66 мкг/кг обнаружена в Восточно-Сибирском море. Глубоководные отложения опробованы на слонах моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, где концентрации ртути составили 32–34 мкг/кг и 41–50 мкг/кг соответственно.

Распределение ртути в толще донных осадков имеет тренд на увеличение её концентраций к поверхности дна. При сопоставлении со скоростями осадконакопления наблюдается рост накопления ртути в последние годы. При этом уровень концентраций ртути различен и зависит от литолого-фациальных условий седиментации и геоэкологической ситуации. Повсеместное увеличение накопления ртути в современный период, вероятно, связано с климатическими изменениями и антропогенным воздействием. Таяние вечной мерзлоты и сокращение ледового щита приводит с одной стороны к дополнительному поступлению ртути с речным стоком и плоскостным смывом эродированных пород и почв, с другой стороны освобождаются пространства для атмосферного осаждения на поверхность арктических морей. Под действием трансграничного переноса, обогащенные ртутью воздушные массы поступают из промышленно развитых районов восточной Азии в Арктику. В дальнейшем ртуть осаждается на поверхность моря и льда и, в конечном итоге, захоранивается в донных отложениях.

По результатам статистического анализа выделяются значимые положительные корреляции с органическим углеродом, марганцем, железом, свинцом, цинком и значимые отрицательные с кремнием, цирконием, стронцием как в поверхностном слое, так в толще донных отложений (до 50 см).

Проведенные исследования показали рост накопления ртути в донных отложениях современного (индустриального) периода. Уровень фоновых концентраций и поверхностного слоя зависит от литолого-фациальных условий осадконакопления. При этом для внутреннего шельфа, на который предполагается большее антропогенное влияние в будущем, фоновые концентрации ртути имеет малую изменчивость и находятся на уровне 20–30 мкг/кг.

Исследование выполнено за счет государственной темы № 121021700342-9

Список литературы

- 1) Schuster P.F. et al. Permafrost Stores a Globally Significant Amount of Mercury // *Geophys. Res. Lett.* 2018. V. 45. № 3. P. 1463–1471.
- 2) Астахов А.С., и др. Роль ледяного покрова в формировании химического состава донных осадков восточносибирского шельфа // *Геохимия*. 2021. Т. 66. № 6. С. 526–540.
- 3) Вологина Е.Г., и др. Вещественный состав позднеголоценовых отложений южной части Чукотского моря // *Океанология*. 2023. Т. 63. № 1. С. 84–94.