

Гидротермальные железомарганцевые корки Берингова моря: изученность и перспективы

Колесник О.Н.¹, Колесник А.Н.¹, Рашидов В.А.², Горбачев А.А.^{1,3}

Hydrothermal ferromanganese crusts of the Bering Sea: state of knowledge and prospects

Kolesnik O.N., Kolesnik A.N., Rashidov V.A., Gorbachev A.A.

¹ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток;

e-mail: kolesnik_o@poi.dvo.ru

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

³ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Выполнена оценка современного состояния изученности гидротермальных железомарганцевых корок Берингова моря. Отмечены наиболее слабо освещенные вопросы и перспективы исследований.

Железомарганцевые конкреции и корки океанов и морей (ЖМО) – это рудные образования, сложенные оксидами и гидроксидами железа и марганца. Формируются на границе вода – дно, вода – коренные породы в ходе седиментационных (гидрогенных), диагенетических, гидротермальных процессов. Рассматриваются как потенциальный источник многих ценных металлов (Ni, Cu, Co, Mn и др.). От происхождения ЖМО зависит их вещественный состав и, как следствие, рудный потенциал и технологии переработки. Самым перспективным считается гидрогенный генетический тип ЖМО. Он характерен для глубоководных океанических районов. Диагенетический и гидротермальный типы ЖМО сильно ему уступают.

Морские ЖМО, как правило, не покрывают таких обширных областей дна и не содержат такого количества металлов, как глубоководные ЖМО. Поэтому до недавнего времени морские ЖМО не вызывали практического интереса, а все опубликованные сведения были получены попутно при изучении процессов седиментации (например, диагенетические ЖМО арктических морей) и подводного вулканизма (например, гидротермальные ЖМО дальневосточных морей). В результате морские ЖМО изучены значительно хуже, чем глубоководные океанические.

В последние годы для России стал необходим и вместе с тем целесообразен пересмотр рудного потенциала морских ЖМО в пределах исключительной экономической зоны. Это связано с рядом обстоятельств:

– потеря налаженных каналов импорта дефицитных стратегических металлов в рамках международных антироссийских санкций, начиная с 2014 г.;

– перспектива повышения рудного потенциала морских ЖМО за счет использования современного инструментария минералого-геохимических исследований с тонким анализом ранее практически не изучавшихся редких металлов, в том числе на микроуровне [6];

– прецедент первого в отечественной и мировой геологической практике шельфового месторождения ЖМО (Mn) в Финском заливе Балтийского моря [7];

– прецеденты обогащенности некоторыми стратегическими металлами (Co, Ni, Cu, Ge) гидротермальных, гидрогенно-гидротермальных ЖМО западной части Южной Пацифики, восточной части Северной Атлантики, Японского моря [8, 10, 11];

– перспективы общей обогащенности гидротермальных марганцевых отложений Мирового океана литием, молибденом, ванадием, хромом, никелем [9].

ЖМО известны практически во всех морях России. Берингово море является в этом плане одним из наименее изученных.

Цель нашей работы – подготовить обобщение по ЖМО Берингова моря, выявить наиболее слабо освещенные вопросы и перспективы дальнейших исследований.

Литературный обзор показал, что железомарганцевой минерализации Берингова моря посвящено весьма ограниченное количество публикаций [1-5]. ЖМО описаны в пределах массива Вулканологов в Командорской котловине, в том числе на вулкане Пийпа с современной гидротермальной активностью, в зоне разлома Альфа, на хребте Ширшова, в районе Алеутской островной дуги (рисунок). Формы железомарганцевой минерализации – корки, реже прожилки. Субстрат – вулканические, вулканогенно-осадочные породы. Корки маломощные, толщиной не более 4 см, обычная толщина составляет всего несколько миллиметров. По результатам визуального осмотра корки делятся на черные (марганцевые) и желто-оранжевые, бурые (железистые).

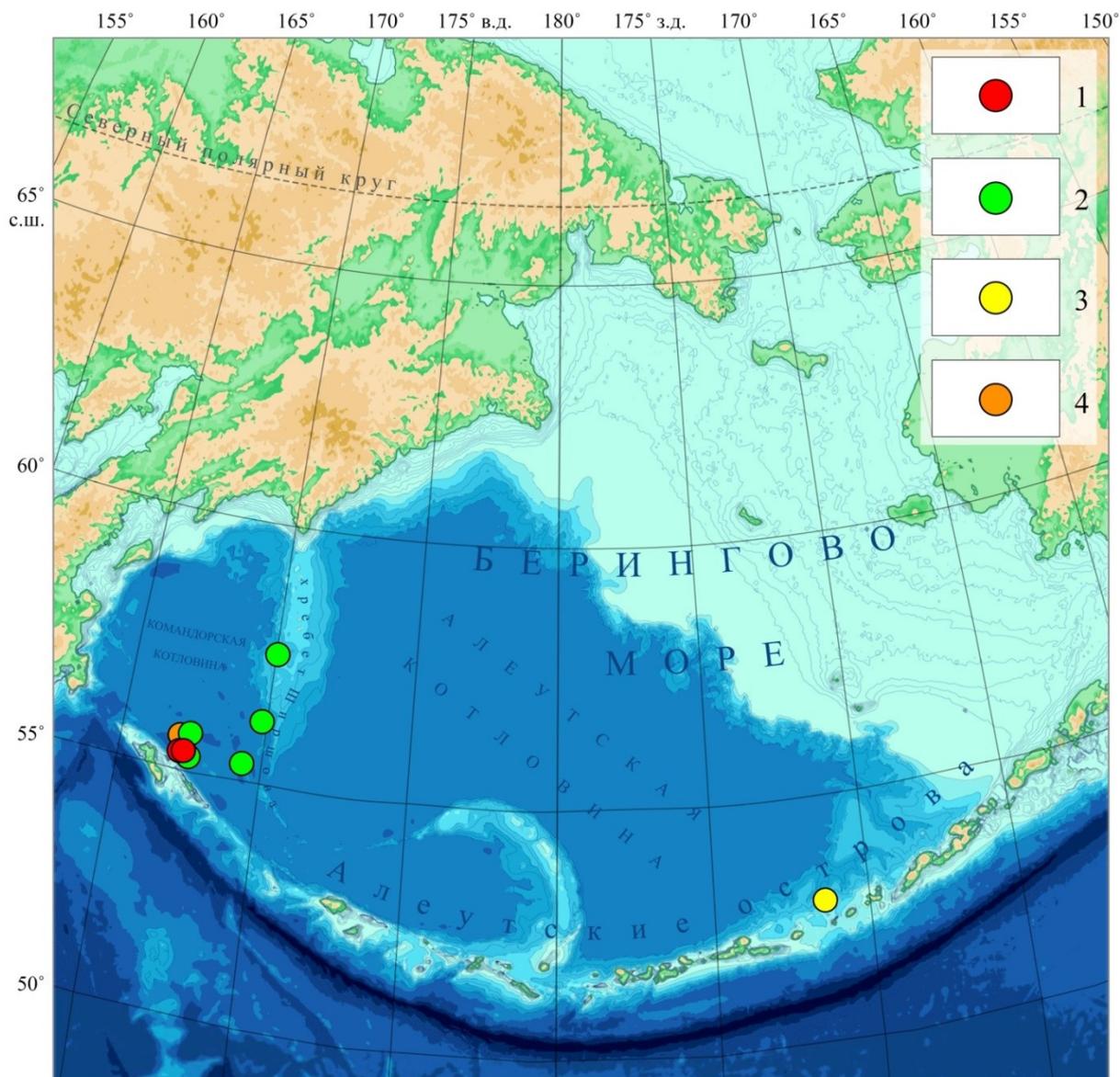


Рисунок. Карта изученности железомарганцевой минерализации Берингова моря: 1 – [3], 2 – [1, 2], 3 – [5], 4 – [4].

Согласно результатам электронно-микроскопических исследований, в ЖМО Берингова моря встречаются чешуйчатые, колломорфные, сетчатые, глобулярные и глобулярно-столбчатые структуры. Рудообразующие минералы марганца и железа в основном плохо окристаллизованы. Тем не менее, в составе ЖМО зафиксированы бернессит, бузерит-1, железистый вернадит (минералы марганца), ферригидрит и гематит (минералы железа). Из прочих минералов отмечены монтмориллонит, нонтронит, аморфный кремнезем, кварц, плагиоклазы, слюды, кальцит и арагонит. В химическом составе марганцевых корок закономерным образом доминирует

марганец с содержанием до 46 мас. %, в железистых – железо с содержанием до 22 мас. %. Содержание рудных микроэлементов в ЖМО Берингова моря в целом низкое – сотни граммов на тонну и менее. Вместе с тем, в некоторых образцах зафиксирована обогащенность медью до 12511 г/т [5], никелем до 3616 г/т, кобальтом до 1304 г/т [1, 2], молибденом до 1091 г/т [4]. Содержание меди 12511 г/т является максимальным известным значением для ЖМО островных дуг и окраинных морей Дальнего Востока России. Согласно результатам селективного выщелачивания, медь почти на 90 % связана с оксидами марганца (10 Å манганат, бернессит?) и находится в сорбированном состоянии [5]. Вообще, о собственных минеральных фазах рудных микроэлементов в ЖМО Берингова моря до сих пор не сообщалось, за исключением единичных находок самородного золота (суб)микронного размера [1, 2]. Суммарное содержание редкоземельных элементов, как правило, составляет сотни граммов на тонну при вариативности 20-1423 г/т, значения аномалий церия и европия малоинформативны. По совокупности признаков ЖМО Берингова моря тяготеют к гидротермальным образованиям с примесью гидрогенного вещества, накопленного в периоды затухания либо прекращения гидротермальной деятельности.

Итак, литературный обзор выявил проблему точечной изученности ЖМО Берингова моря. Наиболее изученным районом на данный момент может считаться массив Вулканологов, наименее – район Алеутской островной дуги. Относительно слабо проанализирован микроэлементный состав ЖМО. В частности, в литературе полностью отсутствуют данные о распределении таких металлов, как германий, платина, палладий, иридий, родий, рутений. Не проведены специализированные исследования по поиску и идентификации в ЖМО собственных минеральных фаз рудных микроэлементов. В качестве актуальных направлений дальнейших работ можно рассматривать расширение географии находок ЖМО за счет выполнения станций в пределах ранее опробованных и новых морфоструктур, ревизию и изучение фондовых материалов, наращивание базы данных о строении, минеральном и химическом составе ЖМО с акцентом на тонких исследованиях, в том числе на анализе особенностей распределения редких элементов.

Обобщение по ЖМО Берингова моря выполнено в рамках госзадания ТОИ ДВО РАН, тема «Палеоокеанология морей северо-востока России, Северного Ледовитого и Тихого океанов, современное и мезозойско-кайнозойское осадкообразование, магматизм и рудообразование» (рег. № 124022100084-8).

Список литературы

1. Батулин Г.Н., Дубинчук В.Т., Савельев Д.П. и др. Железомарганцевые корки на дне Берингова моря // Доклады Академии наук. 2010. Т. 435. № 2. С. 225-229.
2. Батулин Г.Н., Новигатский А.Н. Геохимия железомарганцевых корок Берингова моря // Океанология. 2023. Т. 63. № 6. С. 975-986. <https://doi.org/10.31857/S0030157423060023>
3. Богданова О.Ю., Горшков А.И., Баранов Б.В. и др. Гидротермальные образования подводного вулкана Пийпа (Командорская котловина) // Вулканология и сейсмология. 1989. № 3. С. 49-62.
4. Михайлик П.Е., Ханчук А.И., Михайлик Е.В. и др. Железомарганцевые корки северной Пацифики // Тихоокеанская геология. 2023. Т. 42. № 2. С. 3-35. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2023-42-2-3-35>
5. Михайлик П.Е., Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Рашидов В.А. Распределение химических элементов в минеральных компонентах железомарганцевых корок С-3 Пацифики // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 504. № 1. С. 34-40. <https://doi.org/10.31857/S2686739722050097>
6. Ожогина Е.Г., Дубинчук В.Т., Кузьмин В.И., Рогожин А.А. Особенности методики изучения минерального состава железомарганцевых конкреций океана // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2004. № 3. С. 86-90.

7. *Рогов В.С., Фролов В.В., Никольская Н.С., Титов А.Л.* Опыт добычи и промышленного использования железомарганцевых конкреций // Горный журнал. 2012. № 3. С. 50-55.
8. *González F.J., Somoza L., Hein J.R. et al.* Phosphorites, Co-rich Mn nodules, and Fe-Mn crusts from Galicia Bank, NE Atlantic: Reflections of Cenozoic tectonics and paleoceanography // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2016. V. 17. P. 346-374. <https://doi.org/10.1002/2015GC005861>
9. *Hein J.R., Whisman S.* Resource potential of hydrothermal manganese deposits from the global ocean // 28th Goldschmidt Conference. Boston, USA, 2018. Abstract 992.
10. *Kolesnik O.N., Kolesnik A.N., S'edin V.T. et al.* Germanium-Rich Crusts of the Sea of Japan // *Doklady Earth Sciences*. 2024. V. 519. Part 2. P. 2313-2319. <https://doi.org/10.1134/S10283334X24604516>
11. *Pelleter E., Fouquet Y., Etoubleau J. et al.* Ni-Cu-Co-rich hydrothermal manganese mineralization in the Wallis and Futuna back-arc environment (SW Pacific) // *Ore Geology Reviews*. 2017. V. 87. P. 126-146. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.09.014>