

ОТЗЫВ

официального оппонента Можеровского Анатолия Викторовича на диссертационную работу Михайлика Павла Евгеньевича «Железомарганцевые корки северной части Тихого океана и прилегающих дальневосточных морей: строение, состав и условия формирования», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по научной специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»

Актуальность темы исследования.

Специфичность формирования железомарганцевых образований (ЖМО) на долгие годы, определив научный и практический интерес человечества, продолжает волновать умы ученых своими загадками. Многочисленное количество публикаций является тому наглядным подтверждением. И хотя разработка и извлечение этого ценного сырья пока затруднена, определение источников поступления и механизмов сорбции основных минеральных компонентов ЖМО помогут понять природу их образования и механизм накопления, а результаты исследований могут являться основной помощью для разработки технологий их извлечения из общей рудной массы. Исследование их вещественного состава методом последовательного селективного извлечения имеет реальную значимость для расшифровки особенностей металлогенической зональности дна морей и океанов.

В настоящее время Россия ограничена собственной марганцевой ресурсной базой. Наиболее востребованные в экономике черные металлы (Mn, Cr, Ti), цветные металлы (Cu, Ni, Co, Pb, Mo, W, Sn, Sb), редкие и рассеянные металлы и полуметаллы (Zr, Ta, Nb, Be, Y, Sc, Li, Ge, Re, Bi, Cd, Se, Ga, Tl, Re, Sc, Hf), а также благородные металлы (Au, Ag и платиноиды) имеют ограниченные континентальные ресурсы. По запасам таких стратегических элементов, как Mn, Ni, Mo, Co, Bi, Y, Te, океанические руды не уступают, а порой существенно превосходят континентальные месторождения. Их оценка позволит более корректно наметить

перспективные участки для разработки и освоения этого ценного минерального сырья в Тихом океане, а также будет способствовать прогнозу и поиску новых областей распространения ЖМО.

Целью исследования автора являлось определение минерального состава, строения и условий формирования железомарганцевых корок (ЖМК) и конкреций (ЖМКо) северной части Тихого океана и прилегающих дальневосточных окраинных морей, а также оценка перспективности их практического использования. Для ее достижения необходимо было решить следующие задачи: 1) выделить литотипы ЖМК на основе текстурно-структурных и вещественных особенностей, провести сравнение и оценить региональное разнообразие; 2) изучить общий минеральный и химический состав литотипов ЖМК, а также определить концентрации элементов и выявить особенности их распределения в минеральных компонентах; 3) установить причины и факторы региональных различий состава основных литотипов ЖМО в изученных районах, влияние на их образование гидрологических, тектонических и вулканических событий; 4) установить условия формирования ЖМК, а также оценить редкометальную специализацию и перспективы их практического использования.

Научная новизна. Автором впервые изучены малоизвестные ЖМК высокоширотных областей Тихого океана: разломных зон Амлия, Рат, Стейлмейт, гайотов, окаймляющих Алеутский глубоководный желоб и Императорский хребет (Детройт, Ханзей и Сьюзей). Выявлено наличие мощного «антрацитового» слоя с низким содержанием фосфора, а также установлена благороднометальная минерализация в корках гайота Детройт. Особенностью строения ЖМК северных областей является отсутствие «пористого» миоценового слоя, который повсеместно распространен в корках тропических областей Тихого океана. Это указывает на различные условия формирования корок в миоцене в пределах разных широт Тихого океана. В отличие от предшественников, в данной работе использована усовершенствованная методика выделения отдельных минеральных

компонент ЖМО, позволяющая при однотипном минеральном составе гидrogenных корок (вернадит) тропических и северных широт установить значительные отличия в концентрации химических элементов, в их валовом и компонентном составе. Проведено дополнительное изучение вскрытой в 55-м рейсе НИС «Гломар Челленджер» 8.5 метровой гравийно-щебневой рыхлой толщи ЖМО, которая идентифицирована как новый генетический тип океанских месторождений твердых полезных ископаемых – делювиальная петрогенная железомарганцевая россыпь ближнего сноса. Наличие кондиционных по толщине и содержанию рудных элементов ЖМК в пределах гайотов и разломных зон северной Пацифики увеличивает перспективные площади распространения железомарганцевой минерализации, что может быть основанием для расширения работ по изучению этого вида сырья. Наблюдения автора показывают, что объемы ЖМК в дальневосточных окраинных морях и на островных дугах могут быть также значительными.

Теоретическая и практическая значимость работы подтверждается результатами данного исследования с использованием самых современных физико-химических методов – рентгеновской дифрактометрии, различных видов спектрометрии (ААС, ИСП-МС, ИК и др.), локального рентгеноспектрального анализа, разнотипной электронной (в том числе SEM+EDS+WDS; SEM+FIB) и световой микроскопии и т.д. Это обусловило высокую достоверность полученной минералого-геохимической информации, в том числе и на микронном уровне. Особое внимание при диагностике микроэлементного состава анализируемых образцов уделено процедуре определения благородных элементов методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, а также атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией.

Степень достоверности результатов не вызывает сомнений, поскольку работа основывалась на изучении обширной коллекции пород ТОИ ДВО РАН, драгированных с различных морфоструктур дальневосточных окраинных морей и северо-западной части Тихого океана, а также образцов,

полученных автором из достоверных источников. Результаты исследований опубликованы в зарубежной и отечественной печати. Их корреляция с результатами других комплексных методов изучения пород и осадков позволила получить объективную и достоверную информацию.

Совокупность полученных автором результатов уточняет существующие данные о значительных объемах железомарганцевой минерализации в пределах северных областей Тихоокеанского региона, подтверждает перспективность международного сегмента северной части Тихого океана на данный вид минерального сырья и необходимость проведения работ, направленных на увеличение минерально-сырьевой базы и обеспечение технологического суверенитета России.

Апробация работы. Исследования по теме диссертации выполнялись в рамках планов НИР ДВГИ ДВО РАН, проектов ДВО РАН, РФФИ и РНФ. Основные результаты и защищаемые положения диссертации докладывались автором на различных международных, общероссийских и региональных конференциях. Результаты диссертации опубликованы в 32 статьях, 25 из которых в журналах, рекомендованных ВАК, 7 – в журналах, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus, а также в более чем 50-ти тезисах докладов на различных конференциях.

Структура диссертации.

Построение работы целиком соответствует поставленной цели и задачам, сформулированным автором. Диссертация П.Е. Михайлика общим объёмом 314 стр. состоит из введения, 7 глав, заключения и списка литературы, который насчитывает 559 наименований (244 отечественных и 315 зарубежных), включает 97 рисунков и 43 таблицы. Главы содержат от 2 до 6 разделов. В тексте обычны подразделы с заголовками, которые показаны в оглавлении.

Во «Введении» приведены все основные сведения: актуальность работы, цель, вклад автора, методы исследований, отмечена практическая значимость и достоверность результатов.

В первой главе «Состояние изученности железомарганцевых образований Мирового океана» обстоятельно представлены обобщающие работы предыдущих исследователей. Естественно полностью охватить все публикации практически невозможно, но П.Е. Михайлик привел довольно обширные сведения по геохимии, минералогии, морфологии и распространенности ЖМО в Мировом океане. Особое внимание уделено задачам практического использования стратегического сырья для народного хозяйства Российской Федерации.

Глава 2 посвящена методологии и методам изучения ЖМО. Особое место занимает описание и целесообразность применения самых современных методов исследования - пламенной спектроскопии, масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, электронной, световой, просвечивающей микроскопии, рентгенофазового анализа и пробоподготовки, а также особенности их использования.

В главе 3 «Железомарганцевые корки дальневосточных окраинных морей» приведено детальное описание предыдущих исследований, геологическая обстановка, минеральный и химический состав, мофоструктурные и текстурные особенности этих образований.

Разделы 3.1, 3.2, 3.3 (железомарганцевые корки Японского, Охотского и Берингова морей соответственно) аналогичны по структуре и подробно отражены в тексте.

Глава 4 «Железомарганцевые корки высокоширотных областей северной части Тихого океана», а также разделы 4.1, 4.2 аналогичны по структуре, описанию и методам исследования вышеописанных глав, разделов и подразделов главы 3.

Глава 5 посвящена особой тематике – это «золото и ртуть в железомарганцевых корках северной Пацифики», которая наиболее дискуссионна и притягательна для исследователей. Автор успешно справляется с методическими и техническими трудностями при их обнаружении и интерпретации полученных данных. Делает вывод о

комплексном влиянии биологических и гидротермальных факторов при формировании золота в ЖМО на основе обнаружения его соединений с серебром и медью, а также с сульфидами металлов. Утверждает, что поставка золота в результате гидротермальной деятельности могла быть причиной его повышенных концентраций в железомарганцевых корках подводных гор и полиметаллических сульфидных рудах окраины океана. Высокое содержание ртути в ЖМО является дополнительным доказательством ее способности выступать в роли регистратора вулканотектонических активизаций океанической плиты.

В шестой главе рассматривается вопрос о распределении химических элементов между основными минеральными компонентами для определения источников поступления вещества. Показано, что алюмосиликатная компонента может играть определяющую роль в составе РЗЭ гидротермальных ЖМО.

Глава 7 «Формирование железомарганцевых корок(?) северной Пацифики и перспективы практического использования» рассматривает геологические условия, скорости роста, морфологию, особенности вещественного состава, а также механизм накопления отдельных химических элементов. Отмечается перспективность использования ЖМО как минерального сырья.

В «Заключении» подводятся итог проделанной за 20-ти летний период работы по изучению железомарганцевой минерализации Тихого океана и прилегающих окраинных морей, позволившей провести типизацию геологических условий формирования ЖМО, в частности корок в различных геодинамических обстановках северо-западной Пацифики, выявить особенности их вещественного состава и механизмов накопления отдельных химических элементов.

Несмотря на мелкие неточности, допущенные в тексте (вынесено в приложение) и не несущие смысловой нагрузки, работа П.Е. Михайлика написана на высоком научном уровне, сформулированные выводы и

защищаемые положения обоснованы, автореферат соответствует тексту диссертации, и она в целом соответствует критериям, установленным ВАК и «Положением о присуждении ученых степеней». Ее автор П.Е. Михайлик заслуживает присуждения ему искомой степени доктора геолого-минералогических наук по научной специальности 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Можеровский Анатолий Викторович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии и стратиграфии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, Приморский край, г. Владивосток, ул. Балтийская, д. 43, сайт ТОИ ДВО РАН: <https://www.poi.dvo.ru>, e-mail: manatoly@poi.dvo.ru, раб. тел.: (423)2311400.

Я, Можеровский Анатолий Викторович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

 А.В. Можеровский

Можеровского А.В.

Собственноручную подпись

УДОСТОВЕРЯЮ

Зав. общим отделом ТОИ ДВО РАН

23 АВГ 2024 20



Перечень опечаток, ошибок и предложений по тексту диссертации П.Е. Михайлика

стр. 2, строка 9 и 6 снизу - отсутствуют точки

стр. 3, строка 11 снизу - отсутствует точка

строка 9 снизу - отсутствует пробел (короксеверной)

стр. 22, Таблица 1.3. заголовок - среднее.

стр. 36, строка 16 снизу - предполагается включающим?

строка 15 снизу - деструкцию?

стр. 38, строка 3 сверху - фораминиферо-нанофоссилиевые?

стр. 43, строка 2 снизу - состава, ?

стр. 47, строка 1 сверху - применявшимися?

стр. 56, строка 12 сверху - сланцам?

стр. 70, строка 5 сверху - подвергшихся?

строка 17 снизу - При подготовке?

стр. 75, строка 7 снизу - спектральные линии?

стр. 112, строка 6 снизу - корок?

стр. 136, строка 16 сверху - на возрастание?

стр.138, строка 16 сверху - его (лишнее слово)

стр. 139, строка 13 сверху - создаваемого (лишнее слово)

стр. 145, строка 2 снизу - установлена?

стр. 148, строка 3 сверху - образца?

стр.153, строки 6, 7, 8 сверху - цветные благородные ... и другие элементы.?

стр.155, строка 1 сверху - Глава 4.

стр. 159, строка 5 снизу - Верхняя

стр. 160, строка 7 сверху - представляет собой бурокоричневую корку?

стр. 187, строка 4 сверху - а в корках?

стр. 188, строка 1 сверху - Рис. 4.14.

строка 6 снизу - и сорбированными ими рудными и микроэлементами.???

м.б. - и сорбированные ими рудные и микроэлементы?

стр. 194, строка 4 сверху - рис. 4.16компоненте?

стр. 195, строка 1 сверху - содержания?

строка 5 сверху - концентрация?

стр. 196, строка 2 сверху - корковыми, конкреционными и "мостовыми" разностями?

строки 9, 10 сверху - океанскую петрогенную железомарганцевую россыпь.

стр. 197, строка 13 сверху - составляют?

строка 16 сверху - рыхлое?

строка 4 снизу - руд?

стр. 199, строка 9 сверху - содержания?

стр. 206, строка 3 снизу - в минерагенезе

стр. 213, строка 8 снизу - образование?

стр. 214, строка 2 сверху - ее способности выступать в роли регистратора?

стр. 215, строка 9 сверху - входящие?

стр. 216, строка 17 снизу - связанное?

строка 15 снизу - связанное?

стр. 232, строка 2 сверху - марганцевых корках?

строка 6 сверху - В этих же пределах содержится титана???

стр. 233, строка 13 сверху - отмечено?

строка 12 снизу - в независимости???

строка 10 снизу от 8.15 до 22.8%

стр. 237, строка 11 сверху - в независимости???

строка 16 сверху - заключающиеся?

стр. 238, строка 12 сверху - 6.2.

стр. 242, строка 1 сверху - при изучении?

строка 9 сверху - в накоплении?

строка 15 сверху - участвующие?

стр. 245, строка 1 снизу - сформировавшимся?

стр. 246, строка 6 снизу - Рис. 6.9.

стр. 247, строка 2 сверху - отражает?

строка 3 снизу - Рис. 6.10.

строка 1 снизу - рис. 6.8.

стр. 248, строка 6 сверху - редких земель.

строка 3 снизу - компонентами.

стр. 249, строка 1 сверху - корок?

стр. 250, строка 3 сверху - Рис. 7.1.

строка 5 снизу - рис. 7.1, среди большого количества гайотов, на тот момент, имел наиболее упрощенную морфологию

стр. 251, строка 3 сверху - Низкая скорость роста гидрогенных КМК на подводных горах считается одним из важных признаков?

строка 4 сверху - Темп

строка 3 снизу - останков?

строка 2 снизу - замыв их? в более древние осадки и породы?

стр. 252, строка 11 снизу - полученной?

строка 3 снизу - в независимости???, образец был поднят. Этот факт

стр. 254, строка 19 снизу - концентраций?

строка 10 снизу - наиболее точный

стр. 258, строка 13 сверху - (рис. 5.5).

стр. 259, строка 13 снизу - рис. 7.4).

стр. 265, строка 4 снизу - высокоразрешающей или высокорасширяющей?

стр. 266, строка 19 снизу - должно быть - сооружений.

29.08.2024

Мещеряков А.В.



Мещеряков А.В.