

Е. В. Михайлик, О. В. Чудаев, Н. Н. Баринов, А. И. Обжиров

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В хр. ТОНГА

Проведено минералого-геохимическое изучение железо-марганцевых рудных корок хр. Тонга. Показана

Железо-марганцевые образования океанов в последнее время привлекают пристальное внимание исследователей в связи с разнообразием генетических типов этих отложений и возможностью их промышленного освоения.

Авторами изучены железо-марганцевые рудные корки, обнаруженные в северной части хр. Тонга. Исходный материал получен во время выполнения научной программы 16-го рейса НИС «Каллисто» в 1982 г. В указанном регионе железо-марганцевая минерализация изучена в пределах полигона *Е* (см. рисунок).

На станции 22 подняты слабо литифицированные туфы и известняки, насыщенные железо-марганцевым веществом в виде линз, гнезд, прослоев и корок толщиной 0,5—2 см. Туфы по составу основные, сложены литокластитами базальтов и сцементированы тонкодисперсным смектитизированным стеклом.

На станциях 63 и 66 железо-марганцевая минерализация развита в виде корок и натеков на слабо литифицированных витрокластических туфах и туфобрекчиях. Толщина рудных корок достигает 4 см. Состав туфов варьирует от средних до кислых разностей.

Вещественный состав железо-марганцевых образований изучался в лабораториях ДВГИ ДВНЦ АН СССР. Минеральный состав рудных корок определялся на рентгеновском дифрактометре «Дрон-2,0» и электронном микроскопе «BS-540» О. В. Чудаевым и Н. Н. Бариновым. Fe, Mn, Zn, Cu, Ni и Co определялись атомно-абсорбционным методом Л. А. Авдеевниной и Л. А. Вржосек, а Mo — химическим путем Л. С. Левчук.

На полигоне *Е* железо-марганцевые образования представлены главным образом бернесситом. Четкость рефлексов бернессита на рентгенограммах (7,2, 3,6 Å и т. д.) и их малая полуширина могут свидетельствовать об его хорошей окристаллизованности. На станции 22 наряду с бернесситом присутствует незначительная примесь 10 Å-минерала. Указанный рефлекс может принадлежать по крайней мере четырем минералам: манганиту или бузериту, тодорокиту, асболану и смешанно-слоистому минералу асболан-бузериту [4]. По рентгеновским данным не всегда удается разделить эти минералы. Нагревание образца в течение 2 ч

гидротермальная природа железо-марганцевой минерализации данного региона.

при 105°C приводит к исчезновению 10 Å-рефлекса. Следовательно, данная фаза по своим свойствам ближе к 10 Å-манганиту.

Среди железистых минералов рудных корок на станции 63 по данным электронной микроскопии с использованием микро-дифракции электронов обнаружен феррокситит ( $\delta'$ -FeOОН). На электронограммах феррокситит имеет рефлексы в области 2,55, 2,23, 1,50 и 1,28 Å.

Химический состав железо-марганцевых образований представлен в таблице. Здесь же приведены данные по составу железо-марганцевых рудных корок различных генетических типов. Из результатов химического анализа следует, что железо-марганцевые корки по-

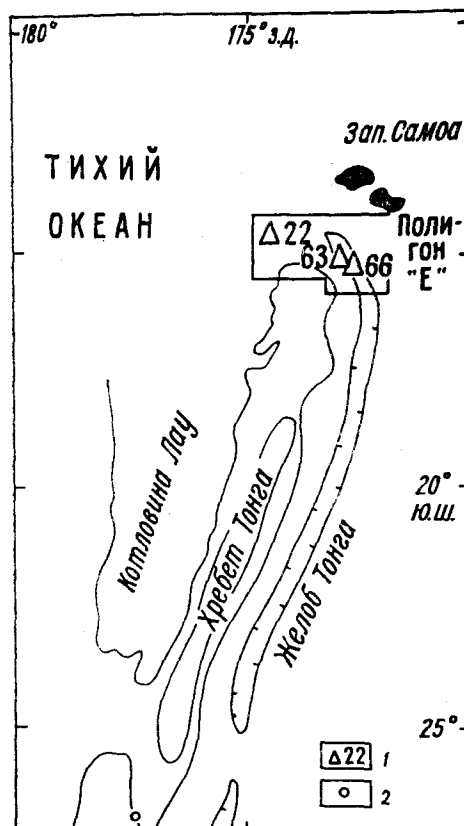


Схема расположения изученного района.

1 — станции драгирования, на которых встречены железо-марганцевые рудные корки (16-й рейс «Каллисто»), 2 — станции, изученные Д. Кроном и др. [6].

лигона *E* в первую очередь характеризуются высоким содержанием Mn и низким — Fe. Отношение Mn/Fe изменяется от 141,2 до 8,81. Концентрация Mo на станции 66 выше, чем на станции 22.

Переходя к генезису изученных железо-марганцевых корок, необходимо отметить следующее. В настоящее время наиболее часто встречаются два типа железо-марганцевых корок — гидрогенные и гидротермальные. Различия в генезисе рудных корок отражаются в их вещественном составе. Гидрогенные корки характеризуются невысокой величиной Mn/Fe (как правило, меньше 2) и относительно повышенными концентрациями малых элементов по сравнению с гидротермальными образованиями (см. таблицу). Кристаллическая фаза гидрогенных корок представлена  $\delta$ -MnO<sub>2</sub> (вернадитом). В некоторых случаях вещество корок аморфно [2, 3]. В то же время гидротермальные железо-марганцевые корки характеризуются высокой величиной Mn/Fe и низкой концентрацией малых элементов. Минеральная фаза в таких корках представлена тодорокитом и (или) бернесситом [5, 6]. Исходя из этого, можно заключить, что железо-марганцевые образования полигона *E* имеют скорее всего гидротермальную природу. Это подтверждается комплексом данных. Поднятые драгами магматические породы полигона *E* в той или иной степени подвергнуты гидротермальному метаморфизму. В гипербазитах широко развиты серпентин (антигорит и лизардит), брусит, тальк, смектит, доломит. В габброидах обнаружены пренит, хлорит, корренсит, актинолит, доломит. В эффузивных породах вторичные минералы представлены хлоритом, триоктаэдрическим смектитом и кальцитом.

Результаты гидрохимического опробования на расстоянии 1 м от дна в районе станций 63 и 66 показали высокие значения pH = 8,05 (обычно для таких глубин 7,7—7,8), CO<sub>2</sub> = 0,061 мл/л (при фоне 0,02—0,03 мл/л), P = 3,30 мкг-ат/л и низкое содержание O<sub>2</sub> = 2,6 мл/л. Эти результаты также свидетельствуют о низкотемпературной гидротермальной деятельности в данном районе.

Сложно оценить температуру образования

Химический состав железо-марганцевых корок хр. Тонга в сравнении с различными генетическими типами марганцевых образований в Тихом океане

№ образца	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Mo	Mn/Fe
22/5	0,27	38,12	100	100	500	—	80	141,2
22/5	0,56	37,35	800	—	—	—	He	66,7
63/4	0,63	36,13	100	70	—	50	»	57,3
63/4	2,94	25,91	400	—	—	—	»	8,81
66/14	2,10	38,81	500	—	—	—	590	18,5
66/21	2,24	34,20	80	130	—	—	760	15,3
66/21	2,31	38,00	400	400	—	—	He	16,4
							опр.	
Гидротермальные Fe-Mn-образования хр. Кермадек [6]	0,24	52	490	100	320	3	»	216,6
Fe-Mn-образования Галапагосских гидротермальных холмов [5]	0,26	50	380	100	470	5	198	192,3
Гидрогенные образования в среднем по Тихому океану [6]	12	20	680	3920	6340	3350	440	1,67

Примечание. Mn и Fe в %, Zn, Cu, Ni, Co и Mo в г/т (р. р. м.), прочерк — не обнаружено.

изученных железо-марганцевых корок. Согласно данным А. В. Зотова [1], современное образование бернессита на вулкане Менделеева происходит при 25—27°C. Определение изотопного состава карбонатов в магматических породах полигона *E* позволяет заключить, что формирование карбонатов происходило при 65°C. В связи с этим, вероятно, для рудных корок полигона *E* температура образования вряд ли превышала 50°C.

Следует отметить, что Д. Кронен с соавт. [6] в пределах северного замыкания хр. Кермадек (см. рисунок) недавно обнаружил гидротермальные проявления железо-марганцевой минерализации, которые по минеральному и химическому составу близки таковым полигона *E* (см. таблицу).

Таким образом, проведенные исследования показали, что в пределах северной части хр. Тонга существуют низкотемпературные гидротермальные проявления железо-марганцевой минерализации, близкие по вещественному составу подобным образованиям других частей Тихого океана. Наличие гидротермальных железо-марганцевых корок в хребтах Кермадек [6] и Тонга позволяет считать, что в пределах этого региона гидротермальная железо-марганцевая минерализация широко распространена.

1. Зотов А. В. Современное образование некоторых марганцевых минералов на вулкане Менделеева на о. Кунашир.— Зап. ВМО, 1968, ч. 97, вып. 3.
2. Кронен Д. Подводные минеральные месторождения. М.: Мир, 1982.
3. Чудаев О. В., Скорнякова Н. С. и др. Минеральный состав железо-марганцевых конкреций центральной части Тихого океана.— ДАН СССР, 1983, т. 269, № 6.
4. Чухров Ф. В., Горшков А. И. и др. Смешанослойные

минералы асболабузерит и асболаны в океанических железо-марганцевых конкрециях.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1983, № 5.

5. Corliss I. B., Lule M. et al. The chemistry of hydrothermal mounds near the Galapagos rift.— Earth Planet. Sci. Letters, 1978, v. 40, N 1.
6. Cronan D. S., Glasby G. P. et al. A submarine hydrothermal manganese deposits from the South—West Pacific island arc.— Nature, 1982, v. 298, N 5873.

ДВИ ДВНЦ АН СССР,  
Владивосток

Поступила в редакцию  
2 апреля 1984 г.

УДК 56.016(571.6)

Г. И. Бурый

## ТРИАСОВЫЕ КОНОДОНТЫ В КРЕМНИСТЫХ ТОЛЩАХ СИХОТЭ-АЛИНЯ

Установлено, что в кремнистых толщах, развитых на значительной площади Сихотэ-Алиня, содержатся многочисленные хорошей сохранности средне- и верхнетриасовые конодонты. Приводятся первые результаты их систематического изучения. Относительное количество конодонтов (коэффициент  $j$ ) в кремнях на по-

рядок больше, чем в рифогенных известняках. Конодонты в кремнистых породах и в известняках имеют общие виды. Получены первые данные о триасовом возрасте некоторой части отложений горбушинской свиты, ранее считавшейся юрской.

В связи с крупномасштабным картированием терригенно-кремнистых толщ верхнего палеозоя — нижнего мезозоя Сихотэ-Алиня в практике биостратиграфических исследований заметно возросла роль конодонтов.

Конодонты, как известно, встречаются во всех типах нормально-морских пород — в алевролитах, песчаниках, глинистых и битуминозных сланцах, кремнях, известняках в возрастном диапазоне от кембрия по триас включительно. Первые исследователи изучали конодонтов в глауконитовых и глинистых сланцах, а также в кремнях, используя различные способы их извлечения — промывку, кипячение и т. п. [7, 11], а если породы были слишком плотными, рассматривали конодонтов непосредственно на плоскостях слоистости [10, 13, 14]. Начиная с 40-х гг. нашего столетия во многих странах мира, в первую очередь в Западной Европе и Северной Америке [8, 12], а с 60-х гг. в нашей стране — в Ленинградской области, Прибалтике, Сибири, на Урале, в Донбассе, Белоруссии [3, 5, 6], конодонты изучаются преимущественно из известняков и пород с существенно карбонатным цементом. Это объясняется широким внедрением уксусно-кислотной методики децементации карбонатных пород, которая наиболее проста и доступна для исследователей и позволяет получать наиболее сохраннный палеонтологический материал.

Первые исследованные на Дальнем Востоке триасовые конодонты также извлекались из

известняков. Так, автором этой статьи детально изучены нижнетриасовые конодонты Южного Приморья, верхнетриасовые — рифогенных образований Дальнегорского района, установлены верхнетриасовые конодонты в линзах известняков Бикинского прогиба и в джаурской свите Хабаровского края; в известняках Омолонского массива Магаданской области встречены среднетриасовые конодонты. Однако при стратиграфических исследованиях выявились ограничения метода уксусно-кислотной децементации, особенно при характеристике разрезов, сложенных бескарбонатными или слабокарбонатными породами. Кроме того, у геологов часто появляются сомнения в одновозрастности известняков с вмещающими их терригенными и кремнистыми отложениями. На очереди дня стала задача изучения конодонтов из вмещающих известняки пород. Первые триасовые конодонты из кремнистых толщ Сихотэ-Алиня были исследованы автором в 1976—1979 гг. в шлифах из коллекций геологов ПГО Приморгеология. Из кремней бывшей себучарской свиты, развитых в бассейне р. Холминки, определены среднетриасовые *Prioniodina spengleri* (Huckriede), *Hindeodella suevica* (Tatge); на правом берегу р. Журавлевки в верхнем горизонте кремней стратотипического разреза маляновской свиты встречены *Paragondolella* sp., *Prioniodina pronoides* Budurov, *Hindeodella triassica* Müller, *H. aequiramosa* Kozur, Mostler также среднетриасового возраста (сборы