

Новые сведения о проявлении подводной газо-гидротермальной активности в пределах Курильской островной дуги

Бондаренко В.И.¹, Петрова В.В.², Рашидов В.А.³

New information on the manifestation of underwater gas-hydrothermal activity within the Kuril island arc

Bondarenko V.I.¹, Petrova V.V.², Rashidov V.A.³

¹ Костромской государственный университет, г. Кострома;

e-mail: vibond@list.ru

² Геологический институт РАН, г. Москва

³ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский

На основании результатов интерпретации фактического геолого-геофизического материала, полученного в рейсах научно-исследовательского судна «Вулканолог» в 1981-1991 гг., приведены новые данные о проявлении подводной газо-гидротермальной активности в пределах Курильской островной дуги.

Наши исследования последних лет [1, 5, 6] показали, что проявления подводной газо-гидротермальной деятельности в пределах Курильской островной дуги (КОД) значительно масштабнее, чем представлялось до недавнего времени. В обобщающей работе [6] представлена информация о 10 участках проявления такой деятельности. Еще два таких участка были выделены в пределах вулканического массива Алаид и северного окончания прогиба Атласова [6].

Продолжающаяся ревизия архива материалов эхолотного промера и непрерывного сейсмоакустического профилирования, выполненного в пределах КОД в 1981-1991 гг. с борта научно-исследовательского судна (НИС) «Вулканолог», позволила выделить еще два участка проявления подводной газо-гидротермальной деятельности. Эти участки расположены в районе подводного вулкана 3.15, входящего в Чиринкотанскую группу [7], и на охотоморском склоне о. Парамушир. В пределах этих участков были зафиксированы акустические помехи (рис. 1), которые мы связываем с выходами газов в водную толщу [3].

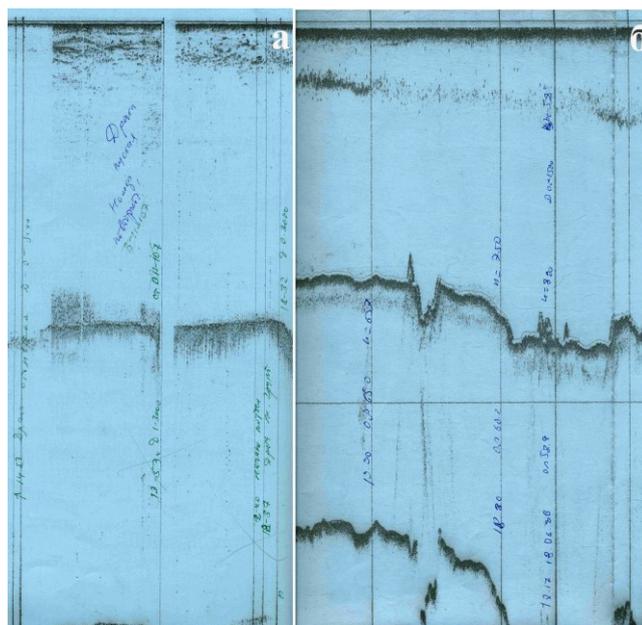


Рис. 1. Акустические помехи в районе подводного вулкана 3.15 (а) и охотоморского склона о. Парамушир (б).

Также небольшие аномалии на записях эхолота, которые могут свидетельствовать о выделении газов в водную толщу, были обнаружены нами в восточной и южной частях кальдеры Львиная Пасть на о. Итуруп. Эти аномалии, возможно, приурочены к зоне существующих здесь кальдерообразующих разломов [2].

Петролого-минералогические исследования образцов, драгированных в рейсах НИС «Вулканолог» в 1981-1991 гг. и отобранных с борта погружаемого автономного аппарата (ПАО) «Пайсис-ХІ», показали, что среди них встречаются гидротермально-измененные породы.

Донные отложения, отобранные с борта ПАО «Пайсис-ХІ» в 1986 г. в районе погребенной подводной вулканической зоны к западу от о. Парамушир [4], по данным рентгеноструктурного анализа, состоят практически из единого минерала – арагонита. Здесь широко распространены биогенные образования, в основном фораминиферы и диатомии, скелеты которых состоят из кристаллического арагонита (рис. 2). Помимо этого, наблюдается небольшое количество растительных остатков, Fe-гидрооксидов и глауконита. Известно, что арагонит широко распространен в отложениях углекислых термальных источников и гейзеритов с температурой воды до 100 °С. Повышенная температура воды благоприятна также для обильного развития морских организмов. Поэтому не исключено, что в нашем случае наблюдается смешанный биогенно-осадочный и гидротермальный генезис арагонитовых новообразований.

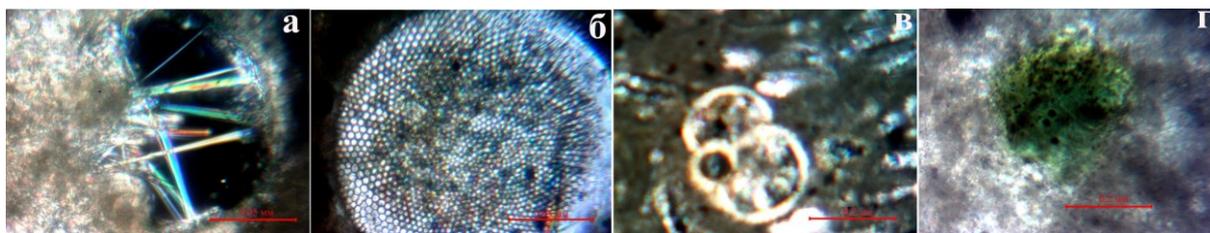


Рис. 2. Донные отложения, отобранные в районе погребенной подводной вулканической зоны, расположенной к западу от о. Парамушир: плотная арагонитовая порода и игольчатые кристаллы арагонита (а), реликт диатомитовой водоросли (б), реликт панциря фораминиферы (в), реликт глауконитоподобной водоросли (?) (г).

Установлено, что все компоненты туфов, драгированных с постройки подводного вулкана Обручева [7], сильно изменены (рис. 3). По всем породам широко развит мелкокристаллический глинисто-хлоритовый агрегат, плагиоклаз замещен альбитом, хлоритом, эпидотом, пироксены и слюды – хлоритом и эпидотом. В породах присутствует измененный пирит. Среди аутигенных рудных минералов определены оксиды меди и железа, в составе некоторых отмечается повышенное содержание рудных элементов: V, Ni, Cr и др.

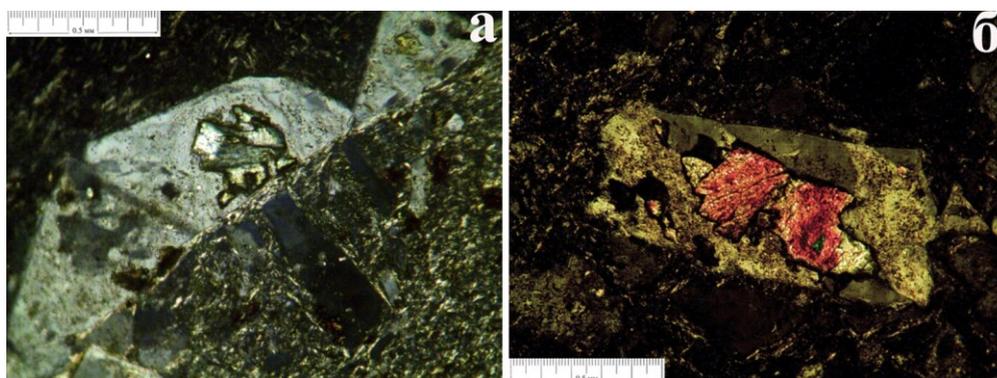


Рис. 3. Подводный вулкан Обручева: гидрослюдистая минерализация в зоне контакта обломков андезита и туфа (а); ассоциация эпидота и хлорита, развивающаяся по первичному вкрапленнику (б).

Подобное преобразование пород принято называть зеленокаменным или пропилитовым. Нам представляется, что пропилитизация пород в данном районе связана с высокотемпературным гидротермальным полем, развитым непосредственно в пределах подводного вулкана Обручева. В пользу этого говорят находки кварц-эпидот-хлоритового заполнения трещин и стыковых пространств между литокластами. Такое заполнение могло произойти только после становления породы в виде туфа.

Наиболее сильное изменение пород, драгированных в пределах подводного вулканического массива Архангельского [1, 7], наблюдается в хорошо проницаемых туфах, в местах соприкосновения разнородных пород, а также вдоль микротрещин. Такое, а не выборочное, приуроченное к определенным породам или минералам, преобразование свидетельствует о том, что изменение породы происходило не до, а после образования туфа, следовательно, на том месте, где туф уже состоялся как порода и, соответственно, подводные термы и сам гидротермальный процесс наблюдаются на той же территории. Судя по вторичной минеральной ассоциации: эпидот + хлорит, температура преобразования пород была очень высокой (не менее 220 °С, нижняя возможная температурная граница формирования эпидота).

Драгированные материнские породы в бухте Простор представлены среднекрупнопорфировыми пироксен-плагиоклазовыми андезибазальтами с небольшим количеством газовых пустот. Внутренние части пустот оторочены новообразованными низкотемпературными минералами. Очевидно зональное строение оторочек (рис. 4). Оторочка, прилегающая к породе, выполнена магниевым смектитом – сапонитом, далее в сторону центра свободного пространства идет рыхлая, плохо поддающаяся анализу зона, обогащенная фосфором, и далее – тонкие оторочки, выполненные цеолитом – жисмондином.

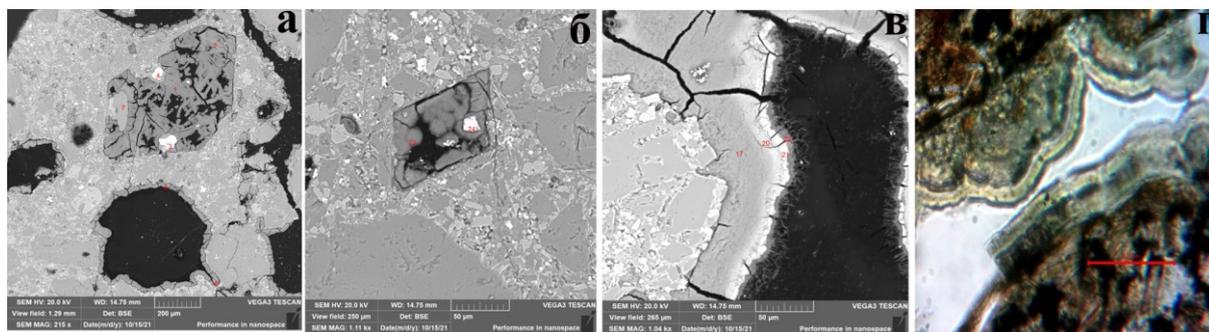


Рис. 4. Новообразованные низкотемпературные минералы в бухте Простор: а – сапонит замещает вкрапленник пироксена и образует оторочку свободного пространства в породе; б – сапонит замещает вкрапленник первичного темноцветного минерала; в – зональная оторочка свободного пространства: зона, прилегающая к породе выполнена сапонитом, далее в сторону свободного пространства идет зона, обогащенная фосфором, внутренние оторочки представлены жисмондином; г – зональная оторочка. а-в – сканирующий электронный микроскоп; г – оптический микроскоп с анализатором.

Сапонит не только выполняет оторочки свободных пространств, но и практически полностью замещает первичные темноцветные минералы. Минеральная ассоциация, включающая смектит (сапонит) и цеолит (жисмондин), позволяет предполагать, что их образование в пределах бухты Простор происходило в низкотемпературных (до 100 °С) условиях.

Наиболее высокотемпературные проявления подводной газогидротермальной активности были обнаружены и на вершине подводного вулкана 8.10. Драгированные образцы по химическому и минеральному составу отвечают андезитам пироксен-роговообманково-плагиоклазовым (с магнетитом). В плане их вторичного преобразования наиболее информативны плагиоклазы, сростки кристаллов которого достигают размера 2 мм (рис. 5). Парагенезис альбита, анальцима, оксисмектита

позволяет предположить, что образование этих минералов могло происходить при температуре не выше 900 °С, т.е. в приповерхностных зонах.

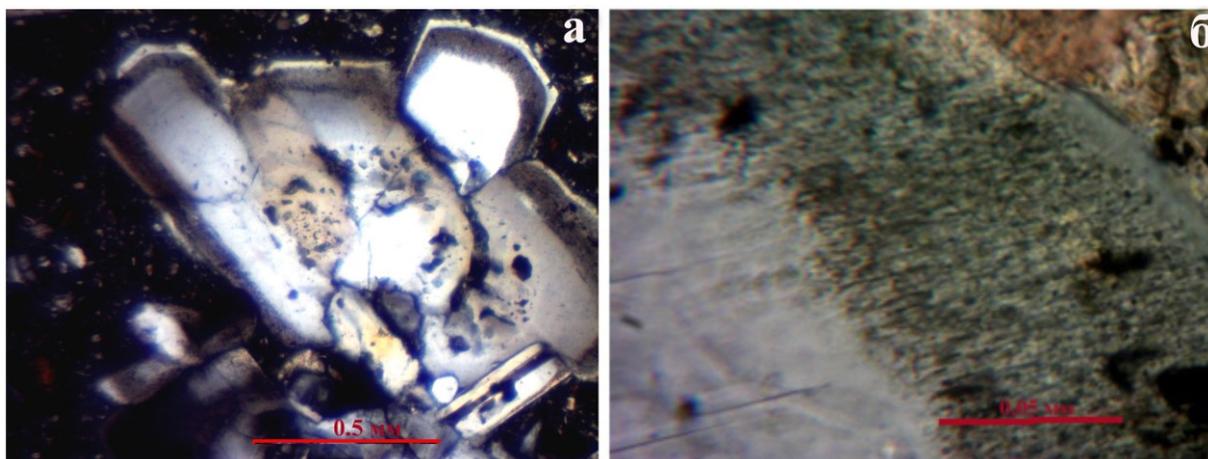


Рис. 5. Подводный вулкан 8.10: гломеропорфировый сросток кристаллов плагиоклаза (а); зона кристалла плагиоклаза, обогащенная газом-жидкими включениями (б).

В результате проведенных исследований получены новые данные об особенностях проявления подводной вулканической деятельности в пределах КОД и в очередной раз показано, что наши предположения о масштабности проявления подводной газо-гидротермальной деятельности в этом районе являются обоснованным.

Список литературы

1. Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С. и др. Комплексные геолого-геофизические исследования подводного вулканического массива Архангельского (Курильская островная дуга) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2019. № 4. Вып. 44. С. 35-50. DOI: 10.31431/1816-5524-2019-4-44-35-50
2. Бондаренко В.И. Сейсмоакустические исследования кальдеры Львиная Пасть // Вулканология и сейсмология. 1991. № 4. С. 44-53.
3. Бондаренко В.И., Надежный А.М. Акустические неоднородности осадочного чехла в районе предполагаемого газогидротермального выхода у о. Парамушир // Вулканология и сейсмология. 1987. № 4. С. 100-104.
4. Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Погребенная подводная вулканическая зона к западу от о. Парамушир (Курильская островная дуга) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006. № 2. Вып. 8. С. 69-85.
5. Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Подводная газо-гидротермальная активность в пределах Курильской островной дуги // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5. № 1. С. 4-13. DOI: 10.30730/gtr.2021.5.1.004-013
6. Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Особенности формирования зоны подводных газопроявлений и грязевого вулканизма у подножия вулканического массива Алаид (Курильская островная дуга) // Геология морей и океанов: Материалы XXIV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. IV. М.: ИО РАН, 2021. С. 198-202.
7. Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги. Отв. ред. академик Ю.М. Пушаровский. М.: Наука, 1992. 528 с.