

УДК 550.838.3:551.214(265.82)

ИССЛЕДОВАНИЯ ВУЛКАНИЗМА ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ ВЬЕТНАМА МОРСКИМИ, НАЗЕМНЫМИ И СПУТНИКОВЫМИ МЕТОДАМИ.

**А.В. Колосков¹, В.А. Рашидов¹, Ю.Г. Гатинский², В.М. Ряховский², П.И., Федоров³,
А.Л. Харитонов⁴.**

¹*Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: kolosav@kcs.iks.ru;*

²*Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского, Москва, 103009; e-mail: yug@sgm.ru;*

³*Геологический институт РАН, Москва, 109017; e-mail:*

⁴*Институт земного магнетизма ионосферы и распространения радиоволн РАН г. Троицк, Московской области, 142092; e-mail: ahariton@izmiran.rssi.ru*

На территории Индокитая в последние годы широко проводятся разнообразные вулканологические исследования. Помимо вьетнамских ученых, в них, в основном, принимают участие французские и американские специалисты. Не следует забывать, однако, и о том вкладе, который внесли и вносят в дело изучения вьетнамского вулканизма российские ученые.

Наиболее полно в геологической литературе охарактеризованы проявления вулканизма континентальной части Вьетнама [2,3,11,19,20]. Новейшая вулканическая активность началась здесь ~ 12 млн. лет назад и особенно интенсивно протекала в последние 3 млн. лет [18]. Шельфовая зона исследована в меньшей степени, поэтому мы остановимся на результатах ее изучения подробнее.

Институтом вулканологии ДВО АН СССР в период с 1977 по 1987 гг. в семи экспедициях НИС «Вулканолог» выполнены исследования позднекайнозойского вулканизма на вьетнамском шельфе Южно-Китайского моря на акватории ~70000 км² (рис. 1). В комплекс морских исследований входили: эхолотный промер, непрерывное сейсмическое профилирование, гидромагнитная съемка, драгирование, литологическое опробование, непрерывная газогидрохимическая съемка и измерение теплового потока.

Имеются достоверные сообщения об извержении на вьетнамском шельфе в 1923 г. подводного вулкана (или группы вулканов) Иль де Сандр и предположение о наличии подводного вулкана Ветеран [23]. В том же году отмечено образование в Тонкинском (Бакбо) заливе «пепельного острова» - эфемерного вулкана, просуществовавшего до 1929 года (Дан Ван Бат, 1979). Описаны также вулканические проявления на островах шельфовой зоны [8, 13, 23].

В ходе исследований НИС «Вулканолог» в пределах западной краевой части субмеридионального линеамента (109° - 111° в.д.) выявлены три участка позднекайнозойской подводной вулканической деятельности (рис. 1), на двух из которых она проявилась и на островах [4,7,10,14,17]. Продукты вулканизма распространены фрагментарно, охватывая площадь $\sim 3400 \text{ км}^2$. Расстояние между отдельными центрами более 700 км.

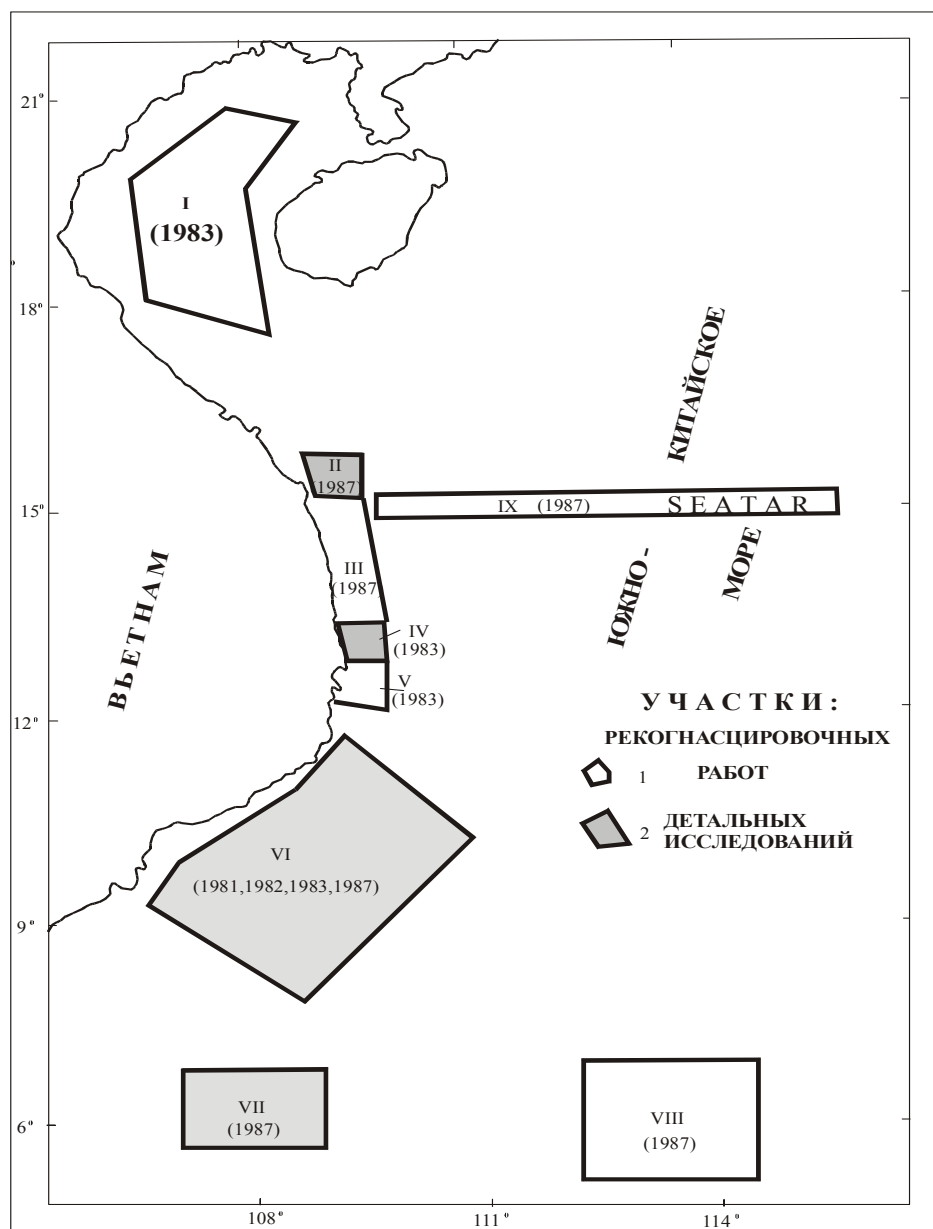


Рис. 1. Схема участков работ НИС «Вулканолог»

Вулканическая зона в районе островов Тху-Катуик протягивается в субмеридиональном направлении на 80-90 км при ширине 10-25 км. Площадь $\sim 1600 \text{ км}^2$. Объем вулканических продуктов в пределах вулканической зоны на поверхности дна не превышает 0.7 км^3 , а в верхней пятисотметровой толще разреза, выделенной по геофизическим данным, $\sim 20 \text{ км}^3$ [5, 6]. Вулканические комплексы имеют двухъярусное строение [5,6]. Нижняя толща

сложена плиоцен-нижнеплейстоценовыми платобазальтами, аналогичными нижним базальтовым покровам континентальной части вулканических провинции Индокитайского п-ова [1,5,6]. Верхняя толща представлена небольшими лавовыми и шлаковыми конусами ареального типа, сложенными щелочными и субщелочными базальтами с большим количеством ксенолитов разнообразного состава, типичными для верхних покровов на континенте [11]. В пределах зоны выделено около 20 погребенных вулканических построек [1]. Они имеют небольшие размеры с диаметром оснований от 500 м до 3 км и высотой от 40 до 200 м [1,4,5,6]. Все наземные и подводные вулканы в пределах этой зоны являются моногенными, связанными с одноактными извержениями [1,4]. Вулканические постройки располагаются на вулканогенно-осадочном фундаменте, предположительно мезозойско-кайнозойского возраста [3,5,6]. Отмечено большое количество разрывных нарушений [17], среди которых магмоподводящими можно считать разломы субмеридионального и, в меньшей степени, северо-западного простирания. В пределах вулканической зоны обнаружены гравитационные аномалии, возможно связанные с нескрытыми массивами базитового и гипербазитового состава [12].

По результатам измерения магнитных свойств образцов, драгированных в пределах вулканической зоны и собранных во время геологических маршрутов на островах и побережье Вьетнама следует, что источником магнитных аномалий здесь могут быть вулканические породы, либо выходящие на поверхность дна, либо перекрытые небольшим слоем осадков [5,6]. Оси корреляции магнитных аномалий имеют преобладающее субмеридиональное, а также менее характерное северо-западное простирание и приблизительно совпадают с предполагаемыми магмоподводящими разломами. Подавляющее большинство подводных и островных вулканов располагается вдоль осей магнитных аномалий. Судя по характеру магнитного поля, извержения вулканических пород происходили, по-видимому, преимущественно по линейным трещинам, предположительно растяжения, с образованием как отдельных вулканов, так и обширных лавовых покровов [5,6].

Вулканическая зона в районе островов Ре–Бобай протягивается от побережья Вьетнама мористее на расстояние от 24 до 36 км и вытянута в северо-западном направлении на 60 км при ширине около 20 км. Площадь ее составляет ~ 1650 км². В современном рельефе дна зона выражена в виде пологого возвышения северо-западного простирания [14]. Зона увенчана островами Ре и Бобай. Здесь отмечается вулканизм двух типов: средне-позднечетвертичный ареальный и более древний (неоген-раннечетвертичный) – покровный [10]. Осадочный комплекс шельфовой равнины имеет двухъярусное строение. Нижний ярус сложен образованиями плейстоцена, а верхний - терригенными осадками голоцена [14]. Широко представлены разломы субмеридионального и северо-западного направления.

Южный участок проявления подводной вулканической деятельности расположен на расстоянии около 85 км к югу от о-вов Катуик. Размеры участка, определенные по характерным магнитным аномалиям, составляют 14 x 9 км, а площадь - примерно 150 км². Участок является подводным вулканом высотой ~ 100 м и с диаметром основания ~ 1 км. Он сложен афировыми базальтами и гидротермально-измененными туфами и перекрыт органогенным материалом [7,17]. Вулканическая активность здесь проявлялась уже в конце плейстоцена.

Наблюдается хорошая корреляция состава продуктов вулканизма шельфовой зоны и континентальной части Вьетнама. Для ранних этапов характерны толеитовые и субщелочные базальты, а для позднего - щелочные базальтоиды [2,10,16,22]. Щелочность продуктов вулканизма особенно возрастает в базальтах современных извержений [10, 16]. Ранние этапы вулканизма связаны с разломами северо-западного и северо-восточного направлений, а поздний – с субмеридиональными нарушениями [15]. Считается, что проявившийся на шельфе окраинного моря вулканизм, как и в пределах континента, связан с развитием континентальных рифтогенных структур [2,3,9,21].

Анализ данных спутниковых магнитных измерений. Хорошее соответствие спутниковой карты вертикальной компоненты аномального магнитного поля с наземными и морскими магнитными, тектоническими и гравитационными данными позволяет предполагать связь аномального магнитного поля, установленного по данным спутника МАГСАТ, с особенностями строения тектоносферы Земли.

Выделение разломных структур на прилегающей к Вьетнаму части акватории Южно-Китайского моря проводилось по протяженным интенсивным магнитным аномалиям или линейным цепочкам аномалий, а также на основании выявленной закономерности в пределах территории Вьетнама – локализации разломов вдоль линейных участков нулевой изолинии вертикальной компоненты спутниковой карты (Z_a) аномального магнитного поля. Кроме оконтуривания разломных зон по значениям линейно вытянутых аномалий обоих знаков, в качестве индикаторов трансформных разломов использовались линейные нарушения регулярного поведения изолиний или линейные границы с разным рисунком изолиний на спутниковой карте вертикальной (Z_a) компоненты аномального магнитного поля.

Из общего многообразия разломных форм можно выделить как минимум две пары систем разломов: одна - с азимутами простираения около 0° и 90°, другая - 45° и 315°. Среднее расстояние между разломами первой пары около 160 км, второй - около 40 км. Наблюдается совпадение элементов простираения разломов и магнитных аномалий (рис. 2).

Совпадение спутниковых магнитных аномалий с существующей сеткой разломов тектоносферы подтверждается результатами спектрального анализа. Построенные по спутниковым данным карты показывают, что в период полугодовой работы спутника МАГСАТ

на орбите Земли можно выделить методоместественных ортогональных составляющих несколько локальных аномалий, корреляционно связанных по своему местоположению с активными вулканическими зонами на вьетнамском шельфе Южно-Китайского моря, выделенными по морским геофизическим данным.

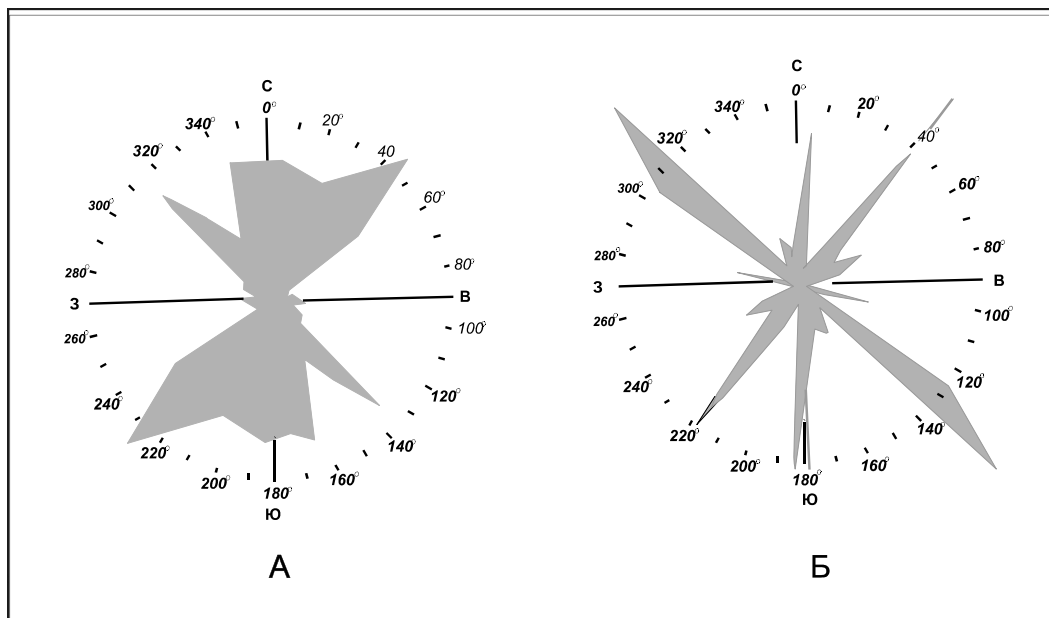


Рис. 2. Розы-диаграммы простираций разломов (А) и магнитных аномалий (Б) на шельфе Южно-Китайского моря

Выводы. На шельфе Вьетнама, в пределах западной краевой части субмеридионального линеамента (109° - 111° в.д.) выявлены три участка позднекайнозойской подводной вулканической деятельности, на двух из которых вулканизм проявляется и на островах. Продукты вулканизма занимают площадь около 3400 км^2 . Отмечается хорошая корреляция типов проявления и составов шельфового и материкового вулканизма. Молодой вулканизм на ранних этапах носит площадной покровный характер, а для позднего этапа характерен ареальный вулканизм. На раннем этапе изливаются толеитовые и субщелочные базальты, а на позднем – щелочные оливиновые базальты и щелочные базальтоиды.

Наблюдается выдержанность трех преобладающих направлений зон линейных магнитных аномалий и систем разломов, с которыми, скорее всего, связана вулканическая деятельность. Отмечена эквидистантность геомагнитных линеаментов и межразломного расстояния.

Закономерности такого пространственного и глубинного расположения взаимоортогональных систем разломов рассматриваемого региона Юго-Восточной Азии соответствуют направлениям общепланетарной трещиноватости тектоносферы и, по-видимому, могут быть обусловлены тектоническими силами планетарного масштаба, например, процессами рота-

ционного сжатия и растяжения тектоносферы Земли. В то же время, наряду с отмеченными закономерностями глобального плана, в каждом конкретном регионе активизация подобных структур проявляется под действием господствующих в нем неотектонических напряжений. Применительно к рассмотренной выше части шельфа Вьетнама можно предполагать влияние на тектоническую и вулканическую активность, в первую очередь, растяжений в рифтогенных прогибах субмеридионального и северо-восточного простирания. Такие напряжения в этой части Тихоокеанской окраины вызываются, по-видимому, косой конвергенцией Филиппинской литосферной плиты и блоков Юго-Восточной Азии.

Реанимации интересов к вьетнамским материалам способствовала поддержка грантом «Конкурс проектов ДВО РАН 2003 года».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко В.И., Надежный А.М., Основные черты строения и морфологии вулканической зоны и отдельных подводных вулканов в районе островов Катуик-Фу-Куй на шельфе Вьетнама по данным непрерывного сейсмического профилирования // Вулканология и сейсмология. 1985. № 5. С. 34-43.
2. Гатинский Ю.Г. Кайнозой Юго-Востока Азиатского континента и некоторые вопросы процесса рифтогенеза (статья II) // Геология и разведка. 1980. № 7. С. 28-36.
3. Гатинский Ю.Г. Латеральный структурно-формационный анализ. М.: Недра, 1986. 195 с.
4. Горшков А.П. Исследования подводных вулканов в 10-ом рейсе НИС «Вулканолог» // Вулканология и сейсмология. 1981. № 6. С. 39-45.
5. Горшков А.П., Иваненко А.Н., Рашидов В.А. Магнитные аномалии подводной вулканической зоны на шельфе Южно-Китайского моря // Проблемы исследований электромагнитных полей на акваториях. М.: Издание ИЗМИРАН, 1983. С. 267-274.
6. Горшков А.П., Иваненко А.Н., Рашидов В.А. Гидромагнитные исследования подводных вулканических зон в окраинных морях Тихого океана (на примере Новогвинейского и Южно-Китайского морей) // Тихоокеанская геология. 1984. № 1. С. 13-20.
7. Горшков А.П., Иваненко А.Н., Рашидов В.А. Новые сведения об особенностях проявления подводной вулканической деятельности на шельфе Южно-Китайского моря по данным гидромагнитной съемки // Вулканология и сейсмология. 1991. № 4. С. 80-85.
8. Дан Ван Бат. Новейшая тектоника северной части Вьетнама // Вестник ЛГУ. 1979. № 24. Вып. 4. С. 90-95.
9. Кайнозойская эволюция земной коры и тектогенез Юго-Восточной Азии / Отв. редактор академик В.И. Ильичев. М.: Наука, 1989. 256 с.

10. Колосков А.В., Флеров Г.Б., Нгуен Суан Хан, Шараськин А.Я. Южно-Китайское море // Петрология и геохимия островных дуг и окраинных морей. М.: Наука, 1987. с. 215-231.
11. Колосков А.В. Ультраосновные включения и вулканиты как саморегулирующаяся геологическая система. М.: Научный мир, 1999. 223 с.
12. Кулинич Р.Г. Обжиров А.И. О структуре и современной активности зоны сочленения шельфа Сунда и котловины Южно-Китайского моря // Тихоокеанская геология. 1985. № 3. С. 102-106.
13. Лоция Южно-Китайского моря. МО СССР. Гидрографическое Управление, 1967. Ч.1. Вып. 2. С. 74-75.
14. Надежный А.М. Основные черты строения вулканической зоны в районе о-ва Ку Лао Ре (Южно-Китайское море) по данным непрерывного сейсмопрофилирования // Вулканология и сейсмология. 1986. № 5. С. 92-96.
15. Нгуен Кин Куок, Ле Нгок Тхыок. Эволюция кайнозойских базальтов Вьетнама // Геология и полезные ископаемые Вьетнама (Dia Chat va Khoang San Vietnam). Ханой, 1979. Т.1. С. 137-158 (на вьетнамском языке).
16. Новиков В.М., Иваненко В.В., Карпенко М.И., Колосков А.В. Возраст молодого вулканизма юго-востока Индокитая // Изв. АН СССР. 1989. Сер. геол. № 6. С. 39-44.
17. Рашидов В.А. Возможности гидромагнитной съемки при поиске подводных вулканов (на примере позднекайнозойского вулканизма Южно-Китайского моря) // Вулканология и сейсмология. 1997. № 1. С. 17-31.
18. Barr S.M., Macdonald A.S. Geochemistry and geochronology Late Cenozoic Basalt of Southeast Asia: Summary // Geol. Soc. Amer. Bull. 1981. Pt.1. V. 92. P. 508-512.
19. Hoang N, Flower M.F.J., Carlson R.W. Major, trace element, and isotopic compositions of Vietnamese basalts: Interaction of hydrous EM1-rich asthenosphere with thinner Eurasian lithosphere // Geochim Cosmochim. Acta, 1996, V. 60. N22. P. 4329-4351.
20. Hoang N, Flower M.F.J. Petrogenesis of Cenozoic basalts from Vietnam: Implication for origin of a «Diffuse Igneous Province» // J. Petrology. 1998. V.39. № 3, P. 369-395.
21. Liu Zuhui, Wang Qiling, Yuan Hengyong, Su Daquan. The Bouguer anomalies and depths of mohorovicic discontinuity in the South China Sea region // Acta Oceanologica Sinica. 1985.V. 4. № 4. P. 579-590.
22. Nguyen Kinh Quoc, Pham Duc Luong. The great stages of volcanic activities in Vietnam // Proceedings First Conference on Geology of Indochina. Ho Chi Min City, 5-7 Dec. 1986. V.1. P. 179-189.
23. Patte E. Description de l'île des Cendres, volcan apparu au large de la cote d'Annam (1923) // Bull. Volcanol. Napoli, 1925. V. 2. P. 162-172.