

Определение палеонапряжений по распределению побочных конусов на примере подводного вулкана Пийпа в Командорской котловине

¹Баранов Б.В., ²Рашидов В.А., ¹Цуканов Н.В., ¹Дозорова К.А.

¹Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, ²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский;



Paleostress estimation based on flank cones distribution by an example of Piip submarine volcano in the Komandorsky Basin

¹Baranov B.V., ²Rashidov V.A., ¹Tsukanov N.V., ¹Dozorova K.A.

¹Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow; ²Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky

Командорская котловина находится в западной части Берингова моря и ограничена с юга Командорским сегментом Алеутской островной дуги и с востока хребтом Ширшова. В котловине выделяется несколько положительных форм рельефа, самой крупной из которых является массив Вулканологов с подводным вулканом Пийпа, расположенным в центральной части массива (рис. 1). В результате исследований рельефа этого района, выполненных с помощью мультиспектральных эхолотов в рейсах термодинамического комплекса (СО201-2, 2009 г. и СО249-2, 2016 г.) на массиве Вулканологов и подводном вулкане Пийпа были выделены и детально рассмотрены такие формы рельефа, как вершинные постройки, побочные конусы и лавовые потоки. В частности на склонах вулкана Пийпа было обнаружено 26 побочных конусов и 18 трещинных лавовых потоков (рис. 2, 3).

Эти данные были использованы для определения поля напряжений по распределению побочных конусов и трещинных лавовых потоков на время их формирования, как это было предложено в работах [1, 2].

В результате проведенного анализа была получена карта системы линий, которые соединяют побочные конусы и начальные точки трещинных излияний (рис. 4), и установлено, что из 28 определенных значений простирания линий, большинство располагается в интервале 20-60° (рис. 4б). Это направление определяется наличием питающих даек, которые простраиваются в направлении S_{11} и характеризует поле максимальных напряжений сжатия на время образования побочных конусов.

Вулкан Пийпа, входящий в состав массива Вулканологов, судя по линейным магнитным аномалиям [6], находится на океанической коре возрастом 15-12 млн лет. Абсолютный возраст формирования трех комплексов пород, слагающих основную массу Вулканологов и постройки вулкана Пийпа, является не установленным. Тем не менее, можно предположить, что побочные конусы вулкана Пийпа, судя по отобранным образцам коренных пород, скорее всего, относятся к верхней части среднего комплекса. Верхняя часть среднего комплекса, судя по палеонтологическим данным, образовалась после верхнего миоцена нижнего плиоцена [3] в поле тектонических напряжений, которое было установлено по распределению побочных конусов и трещинных излияний.

Поле современных тектонических напряжений можно определить по ориентировке осей максимального сжатия в механизме очагов землетрясений, происходящих в районе массива Вулканологов и вулкана Пийпа. Вулкан Пийпа располагается между двумя разными зонами Альфа и Беринга, которые являются правосторонними сдвигами (рис. 1а). В настоящее время, судя по распределению эпицентров землетрясений, активным является только зона разломов Беринга и к ней приурочена большая часть землетрясений, происходящих в пределах Командорского отрезка Алеутской дуги и имеющих достаточно высокие магнитуды.

Роза-диаграмма азимутов осей S_{11} , взятых из каталога [7], с дополнениями для основного толчка (рис. 4в) и афтершоков Ближне-Алеутского землетрясения [5] показывает, что почти половина осей S_{11} располагается в секторе 340-360° со средним значением 350° (рис. 4). Это значение отличается от азимута простирания подводящих даек (рис. 4б), полученных по распределению побочных конусов и трещинных излияний и, следовательно, свидетельствует об изменении поля тектонических напряжений со временем. Таким образом, очевидно, что характер поля тектонических напряжений, существовавший, предположительно, с позднего миоцена раннего плиоцена, к настоящему времени изменился.

Вулкан Пийпа имеет, по крайней мере, позднемiocенно раннеплиоценовый возраст и ориентировка групп побочных конусов и трещинных излияний, определенная в настоящей работе, скорее всего, отражает характер поля напряжений, существовавший в это время между активными зонами разломов Беринга и Альфа. Современное поле напряжений в районе вулкана Пийпа, как было показано, отличается от позднемiocенно-раннеплиоценового поля напряжений. Если судить по отсутствию эпицентров землетрясений вдоль зоны разломов Альфа, то это отличие могло быть связано с прекращением тектонической активности на данном разломе и, вследствие этого, изменения характера поля тектонических напряжений, которое в настоящее время определяется только смещениями вдоль зоны разломов Беринга. Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН № FMWE-2021-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nakamura K. Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation principle and proposal // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1977. V. 2. P. 1-16. DOI:10.1007/BF01637099
2. Paulsen T.S., Wilson T.J. New criteria for systematic mapping and reliability assessment of monogenic volcanic vent alignments and elongate volcanic vents for crustal stress analyses // Tectonophysics. 2010. V. 482. P. 16-28
3. Селиверстов Н.И. Геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг // Петропавловск-Камчатский: Изд. КамГУ им. Витуса Беринга, 2009. 191 с.
4. Baranov B.V., Seliverstov N.I., Murav'ev A.V., Muzurov E.I. The Komandorsky basin as a product of spreading behind a transform plate boundary // Tectonophysics. 1991. V. 199. № 24. P. 237-270. DOI:10.1016/0040-1951(91)90174-Q
5. Чебров Д.В., Кутаенко Ю.А., Абубакиров И.Р., и др. Ближне-Алеутское землетрясение 17.07.2017 г. с $M_w=7.8$ на границе Командорской сейсмической брешии // Вестник КРАУНЦ. 2017. № 3. выпуск 35. С. 22-25
6. Валашко Г.М., Чернявский Г.Б., Селиверстов Н.И., Иваненко А.Н. Задугового спрединга в Командорской котловине // Доклады Академии наук. 1993. Т. 338. № 3. С. 21-26.
7. Heidbach O., Rajabi M., Reiter K., Ziegler M. WSM Team: World Stress Map Database Release / GFZ Data Services. 2016. V. 1.1. <https://doi.org/10.5880/WSM.2016.001>

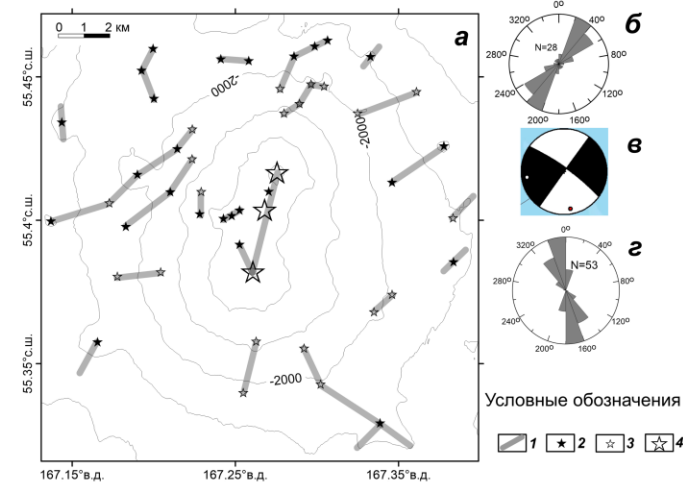


Рис. 4. Батиметрическая карта вулкана Пийпа с системой линий (1), по которым были сгруппированы побочные конусы (2), начальные точки трещинных излияний (3) и вершинные постройки (4) (а). Положение карты показано на рис. 1б; роза-диаграмма ориентировки линий, по которым группируются побочные конусы и трещинные излияния (б); диаграмма механизма очага Ближне-Алеутского землетрясения 17.07.2017, $M_w = 7.8$ (нижняя полусфера), залитым кружком показана ось сжатия (в) [5]; роза-диаграмма осей S_{11} , данные из каталога [7] с дополнениями для основного толчка и афтершоков Ближне-Алеутского землетрясения [5] (а)

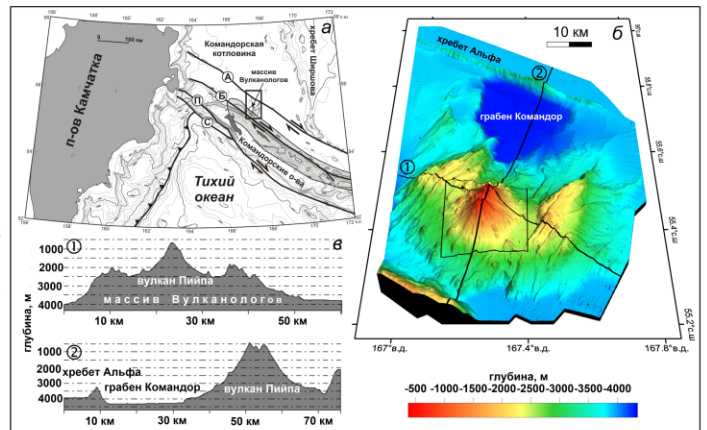


Рис. 1. (а) Батиметрическая карта сочленения п-ва Камчатка и Алеутской островной дуги с обозначением основных форм рельефа и крупных разломных зон [3, 4]. Изобаты проведены через 500 м. Линией с треугольниками показана Курило-Камчатская зона субдукции, линиями со стрелками правосторонние сдвиги Беринга (Б), Гижеевский (Г), Стеллера (С) и Альфа (А). Полосой серого цвета вдоль разлома Беринга обозначен очаг Ближне-Алеутского землетрясения 17.07.2017 по [5]; (б) 3D модель рельефа массива Вулканологов, составленная по данным батиметрической съемки в рейсах SO201-2 и SO249-2. ее положение показано на рис. 1а прямоугольником; (в) батиметрические профили, иллюстрирующие морфологию массива Вулканологов и вулкана Пийпа. Положение профилей см. на рис. 1б.

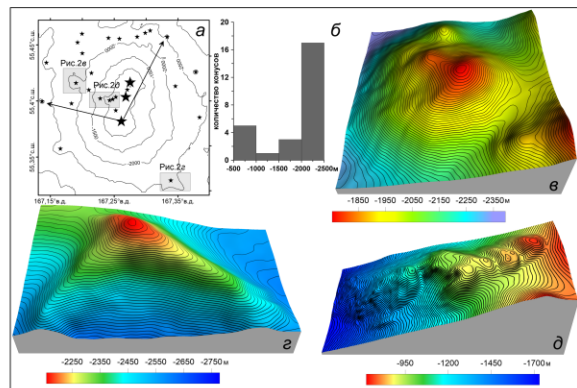


Рис. 2. Вершинные постройки и побочные конусы - залитые большие и маленькие звездочки, соответственно. Серые прямоугольники обозначают положение 3D моделей, максимальная концентрация конусов наблюдается в секторе между стрелками (а); распределение побочных конусов по интервалам глубин 500 м (б); типы побочных конусов: изометричный (в), вытянутый (г) и цепочка конусов (д). Изобаты проведены через 10 м

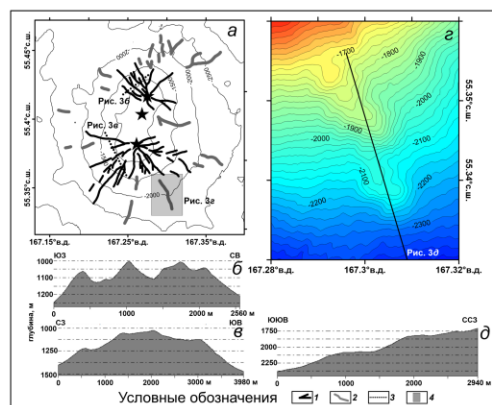


Рис. 3. Лавовые потоки на склонах вулкана Пийпа (а). 1 - потоки от вершин, 2 - трещинные потоки, 3 - батиметрические профили, 4 - батиметрическая карта; профили с лавовыми потоками (б, в); карта с трещинным потоком (г); продольный профиль трещинного потока (д)

Abstract. Multibeam echosounder data obtained during Russian-German projects KALMAR and BERING were used to prepare detailed bathymetry maps of Vulkanovalov Massif and Piip volcano area. Based on the flank cones and fissure lava flows alignments we determined tectonic paleostress that has existed during cones formation, presumably after the Upper Miocene - Lower Pliocene time. The paleostress differs from recent tectonic stress that depends on displacements along the Bering dextral strike-slip zone.