

УДК 551.462:551.21(265)

РОЛЬ СДВИГОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ ОКЕАНИЧЕСКОЙ КОРЫ В ФОРМИРОВАНИИ ГАЙОТОВ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН)

© 2004 г. В. П. Уткин, член-корреспондент РАН А. И. Ханчук,
Е. В. Михайлик, Л. Б. Хершберг

Поступило 19.12.2003 г.

В рельефе дна океанов, изолированном от экзогенных процессов, во многом отражена морфология пликвативно-дизъюнктивных тектонических структур океанической коры и подводных вулканических построек. При структурном дешифрировании донной поверхности важно использование накопленных структурной геологией знаний, касающихся морфологии и кинематики формирования как частных тектонических структур, так и их парагенезов (структурных ансамблей), установленных на континентах и воспроизведенных экспериментально. Метод морфогенетических аналогий был применен нами при решении проблем структурообразования и вулканизма Магеллановых гор (МГ).

Одной из хорошо изученных в геолого-морфологическом отношении частных вулканических структур является гайот Роскомнедра (МЖ-36), расположенный на юго-восточном фланге МГ. Гайот исследован методом геологической съемки масштаба 1 : 50000, а схема геодинамических условий его формирования обоснована В.П. Уткиным (рис. 1) [7]. Это одиночное усеченное конусовидное вулканическое сооружение трапецевидной формы в плане, вершинная поверхность которого поднимается над абиссалью (глубина 6100 м) на 4850 м. Характерной чертой гайота является наличие трех линейных боковых отрогов, отходящих от конуса гайота. Отроги при ширине 1–5 км прослеживаются на десятки километров, возвышаясь над абиссалью до 1–2 км. Сложные лавы мантийного происхождения они, несомненно, отражают положение глубинных разломов. Центральная часть вулканической постройки гайота размещена на участке перекрытия несоосных Северного и Центрального разломов. Морфология гайота во всех деталях является аналогом левоступенчатых сдвиговых дуплексов растяжения,

строение и развитие которых (как и правоступенчатых) широко освещены в литературе [4, 6, 8–10 и др.]. Согласно морфогенетическим аналогиям гайот Роскомнедра формировался в условиях меридионального продольного сжатия океанической коры с развитием систем сопряженных севе-

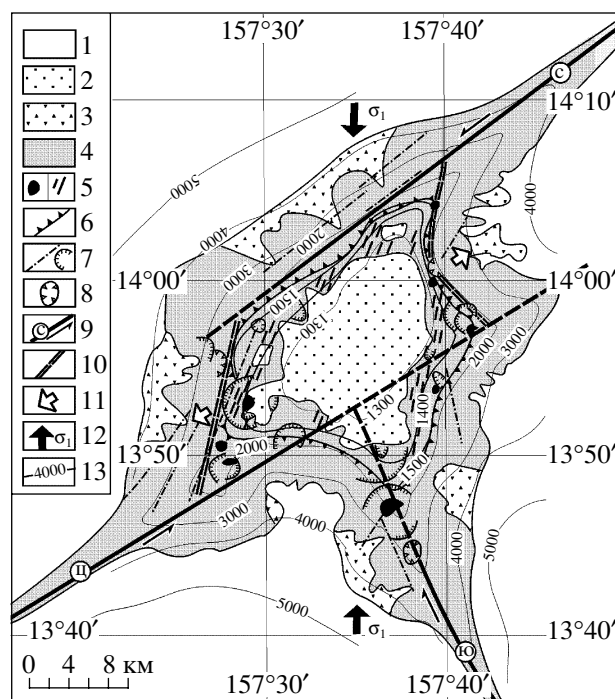


Рис. 1. Геологическое строение и схема геодинамических условий формирования гайота Роскомнедра [7]. 1 – абиссальное основание гайота; 2, 3 – осадочные комплексы вершинного плато (2) и подножья (3) гайота; 4 – субщелочные базальтоиды (K_1 – K_2); 5 – лакколиты, штоки и дайки долеритов; 6 – бровка вершинной поверхности гайота; 7 – линейные и кольцевые разломы; 8 – кальдеры обрушения, просадки; 9 – глубинные сдвиги (С – Северный, Ц – Центральный, Ю – Южный), контролирующие вулканические линейные отроги; 10 – границы дуплекса растяжения; 11 – направление растяжения дуплекса; 12 – направление продольного сжатия океанической коры; 13 – изобаты (м).

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток

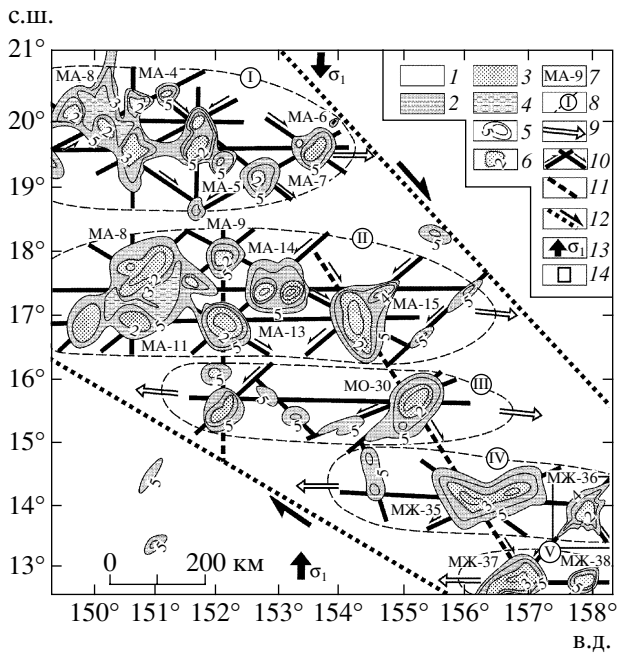


Рис. 2. Главные складчатые и разрывные структуры, контролирующие размещение вулканических построек Магеллановых гор и хребта Даттон (схема составлена по материалам [2]). 1 – абиссальное основание гайотов; 2 – магматические образования гайотов (субщелочные базальтоиды); 3, 4 – осадочные комплексы вершинных плато (3) и перекрывающие нижние ярусы (4) вулканических построек; 5, 6 – генерализованные изобаты оснований (5) и бровок вершинных поверхностей (6) гайотов (км); 7 – номера гайотов; 8 – границы широтных ареалов вулканизма (антиклиналей-сводов) и их названия (вулканические хребты: I – Даттон, II – Дальморгео, III – Находка, IV – ИОАН, V – Ита-Майтай); 9 – погружение шарниров антиклиналей-сводов; 10 – ортогональная и диагональная (сопряженные правые и левые сдвиги) системы разрывов, контролирующие вулканические постройки в пределах антиклиналей-сводов; 11 – сквозные ортогональные и диагональные магмоконтролирующие разрывы; 12 – границы Магеллановых гор (правого потенциального сдвига); 13 – направление продольного сжатия океанической коры; 14 – контур площади исследований гайота Роскомнедра (МЖ-36).

ро-восточных левых и северо-западных правых сдвигов. На участке перекрытия несоосных Северного и Центрального левых сдвигов формировался смыкающий эти сдвиги левоступенчатый дуплекс растяжения, который раздвинул океаническую кору, что обеспечило продвижение мантийных расплавов и образование в альб-сеномане вулканической постройки.

Анализ закономерностей размещения гайотов МГ показывает, что наиболее компактные их группировки образуют широтные ареалы (рис. 2), отвечающие предполагаемому положению складчатых структур в условиях меридионального сжатия. При такой интерпретации строения МГ в их

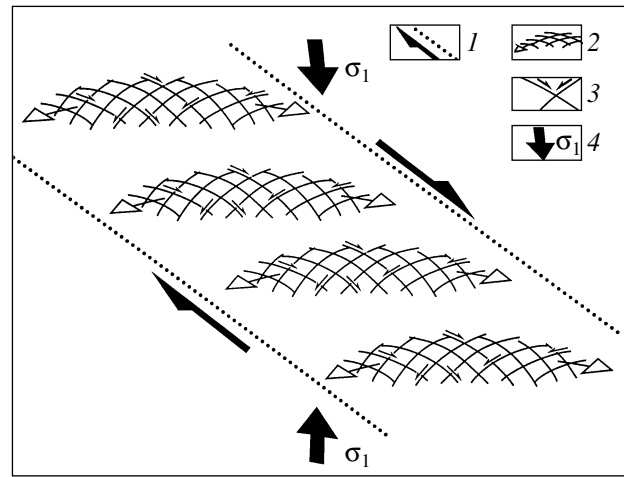


Рис. 3. Схема строения потенциального сдвига (составлена по результатам натуральных наблюдений и экспериментов). 1 – границы зоны сдвиговых дислокаций (стрелки – направления относительного смещения смежных блоков); 2 – пликативные формы (антиклинали) сдвиговых дислокаций (стрелки – направление погружения осей антиклиналей); 3 – диагональная система сопряженных левых и правых сколов-сдвигов, характерных для складчатых структур; 4 – направление максимального продольного сжатия.

состав органично вписывается расположенная к северу от них группа гайотов, объединенных в широтный хребет Даттон. В пределах ареалов гайоты размещены также не беспорядочно, а сконцентрированы вдоль линейментов северо-восточного и северо-западного (реже меридионального и широтного) направлений (рис. 2), которые на гайоте Роскомнедра определены как соответственно левые и правые сдвиги. Системы магмоконтролирующих разломов всех четырех направлений отвечают положению известных в структурной геологии диагональных и ортогональных сколов складчатых структур, что подтверждает возможную соскладчатую природу широтных ареалов гайотов.

Важной и неслучайной особенностью широтных ареалов является их косая ориентировка по отношению к границам МГ, образующая эшелонированную структуру северо-западного простирания (рис. 2). Аналогичным строением характеризуются потенциальные (зачаточные) правые сдвиги (рис. 3). Проявления правых и левых сдвигов в виде формирования эшелонированных складок установлены на континентах и многократно воспроизведены экспериментами. Потенциальные сдвиги ориентированы в строгой зависимости от направления сжатия. Северо-западная ориентировка правого сдвига однозначно указывает на его формирование в условиях меридионального сжатия. Эшелонированные складки, по-видимому, были антиклиналями, что подтверждается реконструкцион-

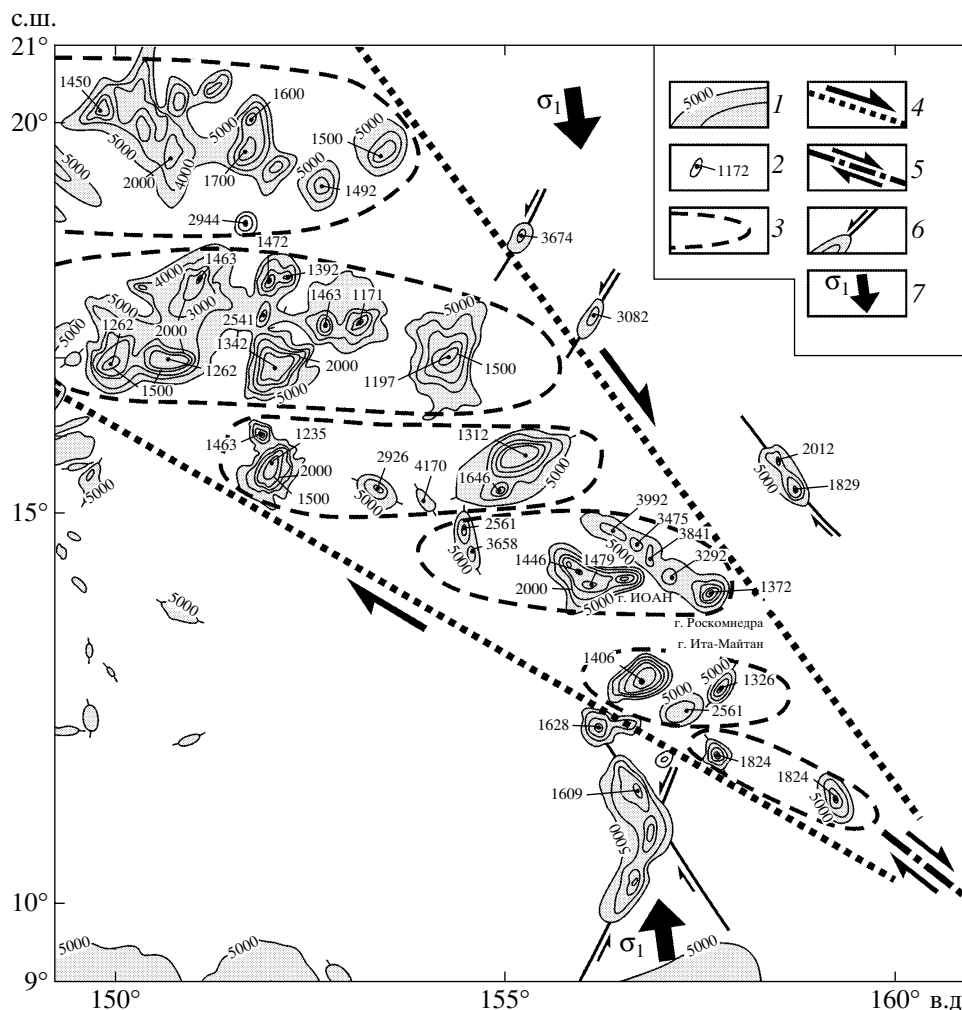


Рис. 4. Главные морфогенетические элементы Магеллановых гор (батиметрия по [1]). 1 – изобаты (м); 2 – глубины (м) отдельных вершин подводных гор; 3 – границы ареалов проявления подводного вулканизма (антиклинали-своды); 4 – границы зоны сдвиговых дислокаций океанической коры (правого потенциального сдвига); 5 – предполагаемый правый сдвиг (возможно, трансформный); 6 – диагональные правые и левые сдвиги, контролируемые отдельные вулканические постройки за пределами зоны потенциального сдвига; 7 – направление продольного сжатия океанической коры.

ным подъемом гайотов, погруженных ныне на глубины 1.5–2.5 км вместе с океанической корой, на уровне их формирования. Океаническая кора при относительно небольшой мощности отвечает характеристикам упругой среды, поэтому можно предположить, что снятие меридионального сжатия привело к расправлению ее широтной складчатости с опусканием сводов антиклиналей с пологими крыльями. Расчеты показывают, что углы падения крыльев на время денудации вулканических построек не превышали 8° . Примером частично погруженной, но не полностью расправленной антиклинорной структуры служат Срединно-Тихоокеанские горы, которые располагаются на крупном широтном сводовом поднятии, хорошо оконтуриваемом по изобате 4000 м [1]. Этот свод увенчан многочисленными подводными горами, значительная

часть которых представлена гайотами, имеющими плоскую вершину. Возраст гайотов позволяет говорить о поднятии как о районе активного вулканизма мелового возраста [11, 12].

Важная структурная особенность МГ выражена в их клиновидном сужении к юго-востоку (рис. 4). Морфологическим аналогом такой структурной закономерности является строение потенциального сдвига, отражающего пликативное затухание по простиранию сдвигового смещения по разрыву. В такого рода эшелонированной структуре складки, непосредственно примыкающие к разрыву-сдвигу, относительно короткие и небольшой ширины, а на удалении их размеры постепенно увеличиваются, при этом соотношение ширины к длине устойчиво сохраняется (в нашем случае приблизительно как 1 : 5). Постепенное увеличение

ширины складок (в нашем случае от 150 до 300 км) объясняется снижением степени их смятия. Складки непосредственно у разрыва-сдвига ориентированы к его простиранию под более острым углом, чем удаленные, где углы достигают 45° , что отражает уменьшение в этом направлении степени сдвигового вращения складок (при правом сдвиге – по часовой стрелке). Все эти многочисленные морфогенетические признаки весьма отчетливо проявлены в структуре МГ (рис. 2, 4) и вряд ли являются случайными.

Таким образом, методом морфогенетических аналогий в строении и развитии МГ установлены две основные особенности:

1) в формировании как отдельных гайотов, локальных группировок, так и всей их совокупности определяющую роль играли сдвиговые дислокации разных рангов, закономерно соподчиненных и проявленных в пликативных (складки) и дизъюнктивных (сколы-сдвиги, дуплексы растяжения) формах;

2) развитие всего ансамбля сдвиговых дислокаций на разных иерархических уровнях происходило в условиях меридионального сжатия океанической коры.

Природа меридионального сжатия находит объяснение с точки зрения как тектоники литосферных плит, так и ротационного фактора. Северо-западная ориентировка потенциальных сдвигов может указывать на деформацию блока Тихоокеанской плиты в результате ее меридионального продольного сжатия, вызванного смещением плиты на север [3]. Как считает Д. Таркота [13], спрединговое движение плит неизбежно сопровождается их сжатием и раскалыванием по системам диагональных (и ортогональных) сдвиговых трещин, которые контролируют излияния магм, что нашло подтверждение в нашем случае. В этих же условиях меридионального сжатия океаническая плита, естественно, могла сминаться в широтные складки-своды, в том числе и в виде эшелонированных складок потенциального сдвига. Неравномерность напряжений сжатия плиты во времени объясняется сменой интенсивного раздвигания плиты в зоне спрединга незначительным или его полным прекращением.

Ротационная версия вытекает из известного факта существования меридиональных полюсобежных сил, действием которых объясняется сплюснутость Земли и развитие диагональной и ортогональной регматической сети планетарной трещиноватости. В диагональную систему органично вписываются северо-восточные левые и северо-западные правые окраинно-континентальные глобальные сдвиговые зоны [5]. Эта же система правых и левых сдвигов (включая и потенциальные) четко проявилась и на более низком иерархическом уровне в пределах МГ, отражая, как и широт-

ная складчатость, действие меридионального сжатия океанической коры. Изменение интенсивности меридионального сжатия легко объясняется неравномерной скоростью вращения Земли.

Каждая из версий указывает на меридиональное сжатие как на одну из главных причин деформации океанической плиты. А если учесть, что ротация и спрединг – процессы, способные к сосуществованию, то в этом случае возможно сложение ротационных меридиональных сил, направленных от полюса к экватору с силами сжатия, вызванными смещением плиты от экватора к северу. Исходя из вывода о решающей роли меридионального сжатия, можно обозначить следующую последовательность структурообразования и вулканизма МГ.

Под действием меридионального сжатия упругая океаническая плита сминалась в широтные антиклинали (своды). В формировании антиклиналей большую роль играли диагональные северо-восточные левые и северо-западные правые сдвиги, в совокупности отражающие деформацию чистого сдвига, которые определяли пути продвижения мантийной магмы, контролируя вулканизм над антиклиналями прежде всего на пересечениях сдвигов и на участках развития дуплексов растяжения. Первый импульс вулканизма проявился в конце готтерива-начале баррема, второй – в конце баррема-начале апта [1], а третий – в альбе-сеномане [7]. В эти периоды активизации меридионального сжатия на сводовых поднятиях были сформированы вулканические постройки, в том числе и выходящие выше уровня океана и подверженные абразии. В результате снятия меридионального сжатия в конце позднего мела и в кайнозое складчатость океанической плиты начала расправляться, сводовые поднятия опускались, чему способствовало значительное опустошение подсводовых магматических камер вследствие вулканизма. Расчеты показывают: если весь объем мантийных продуктов, которыми сложены вулканические постройки, реконструктивно вернуть на место их генерации под океаническую кору, то последняя поднимается на 1,5–2 км с образованием сводовых поднятий в пределах широтных ареалов вулканизма. Вместе с погруженными сводами размещенные на них и срезанные абразией вулканические постройки опустились ниже уровня океана, отражая заключительный этап формирования гайотов.

Предлагаемая геодинамическая модель формирования гайотов Магеллановых гор принципиально отличается от уже известных [1]. На примере ее разработки показана эффективность метода морфогенетических аналогий, позволяющего при решении проблем тектоники и магматизма океанов (и морей) использовать богатый опыт изучения пликативно-дизъюнктивных дислокаций континентальной коры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН "Мировой океан: геология, геодинамика, физика, биология" (грант 03-1-0-08-009).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов Ю.А., Сорохтин О.Г., Зоненшайн Л.П. и др. Железомарганцевые корки и конкреции подводных гор Тихого океана. М.: Наука, 1990. 229 с.
2. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Под ред. И.Н. Говорова, Г.Н. Батурина. М.: Наука, 1995. 368 с.
3. Кононов М.В. // Океанология. 1984. Т. 24. № 3. С. 857-863.
4. Разломообразование в литосфере (зоны сдвига) / Под ред. Н.А. Логачева. Новосибирск: Наука, 1991. 261 с.
5. Уткин В.П. // ДАН. 1979. Т. 249. № 2. С. 425-429.
6. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980. 144 с.
7. Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В., Чудаев О.В. и др. // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21. № 1. С. 96-110.
8. Crowell J.C. // Spec. Bull. Soc. Econ. Paleontol. and Miner. 1974. V. 19. P. 292-303.
9. Segall P., Pollard D.D. // J. Geophys. Res. 1980. V. 85. P. 4337-4350.
10. Rodgers D.A. // Spec. Publ. Intern. Assoc. Sedimentol. 1980. V. 4. P. 27-41.
11. Hamilton E.L. // Geol. Soc. Amer. Mem. 1956. P. 1-64.
12. Heezen B.C., Hollister C.D. The face of the deep. L.; Oxford: Oxford Univ. Press, 1971. 659 p.
13. Turcott D.L. // Geophys. J. Roy. Astron. Soc. 1974. V. 36. № 1. P. 133-140.