

ГАЙОТЫ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН): ПОЛОЖЕНИЕ, МОРФОЛОГИЯ, ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ

Сьедин В.Т.¹, Плетнев С.П.¹, Седышева Т.Е.²

¹*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Владивосток*

²*ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург
sedin@poi.dvo.ru, tatsed@mail.ru*

Магеллановы горы расположены в южной части северо-западного сектора Тихого океана. Это - один из наиболее изученных объектов Мирового океана в геолого-геофизическом отношении. Магеллановы горы как объект изучения давно интересуют геологов. С практической точки зрения они привлекают к себе внимание, прежде всего, как место крупных скоплений кобальтосодержащих Fe-Mn образований в рудных корках (средняя мощность корок 9–12 см, максимальная – достигает 45 см), реальные запасы которых еще предстоит оценить. В научном плане гайоты Магеллановых гор представляют собой интерес как типичные структуры вулканического происхождения Тихого океана. Немаловажное значение такого повышенного внимания к Магеллановым горам имеет и тот факт, что основная часть гайотов Магеллановых гор расположена в нейтральных водах и, в тоже время, достаточно близко к территории большинства стран, активно занимающихся геологическими исследованиями океана. В марте 2015 г Международный орган по морскому дну при ООН (МОМД ООН) закрепил за нашей страной 4 гайота (Говорова, Вулканолог, Альба и Коцебу) для проведения на них поисково-разведочных работ. Этот факт имеет большое значение для нашего повышенного внимания к изучению гайотов Магеллановых гор.

В изучении Магеллановых гор активное участие, кроме России, принимают Япония, Китай, Южная Корея и США. В нашей стране наиболее значительная роль в изучении гайотов Магеллановых гор на данном этапе исследований принадлежит АО «Южморгеология». В период с 2000 и по настоящее время АО «Южморгеологией» проведены многочисленные экспедиции (около 20) на

НИС «Геленджик», в которых были выполнено детальное изучение рельефа гайотов Магеллановых гор, а также получен обширный каменный материал по магматическим и осадочным породам этих структур. Комплексная обработка этого материала легла в основу настоящей работы.

Несмотря на активные геологические исследования района гайотов Магеллановых гор, среди ученых до сих пор нет единого понимания о том, что они собой представляют. Мы придерживаемся понятия Магеллановых гор, предложенного в работе [1]. Это представление базируется на понимании Магеллановых гор Р.С. Дитцем, который и предложил ввести это название для большой группы подводных гор, расположенных восточнее Марианского желоба [2]. Согласно этим представлениям, в целом система Магеллановых гор имеет форму полукруга (или подковы), южные концы которого открыты в сторону поднятия Каролинских островов. В ее пределах выделяются Западное, Северное и Восточное звенья.

Цель настоящей работы – определить особенности строения гайотов Магеллановых гор, а также выявить некоторые черты их эволюции на основании изучения вулканических и осадочных пород, поднятых на этих структурах.

На самом раннем этапе изучения Магеллановых гор исследователи обратили внимание, что эти структуры сложены разновозрастными геологическими (в т.ч. и вулканическими) образованиями. Разными авторами выделялись 2 (нижний или ранний; верхний или поздний) или 3 (ранний, средний и поздний) возрастных вулканических комплекса как для отдельных гайотов, так и для всех Магеллановых гор [3-6]. Однако, четкие морфологические привязки и возрастные параметры для выделенных комплексов обычно отсутствуют.

Изучение показало, что магматические (вулканические) породы являются преобладающим типом пород Магеллановых гор – они в большом количестве подняты на всех гайотах. Вулканические породы имеют различный возраст и представлены как базитовыми, так и более кремненасыщенными разновидностями при резком преобладании базальтов. Среди вулканических пород гайотов Магеллановых гор выделяются различные минералого-геохимические типы базитов (фоидиты, пикриты, океаниты, базаниты,

тефриты, толеитовые и щелочные базальты, трахибазальты и др.), а также более кремненасыщенные дифференциаты щелочной базальтовой магмы (трахиандезиты с различным уровнем кремнезема, трахиты, фонолиты и др.). В целом они образуют ассоциацию вулканических пород, характерную для океанических гор, островов, подводных хребтов и поднятий вулканического происхождения. Особенности минерального и химического составов вулканических пород гайотов Магеллановых гор позволяют относить их к формационно-геохимическому типу вулканитов океанических островов, хребтов и поднятий вулканического происхождения [7–9]. Взаимоотношение различных вулканитов между собой и другими типами пород и минеральных образований указывает на различное время их формирования, т.е. на их разный возраст.

В настоящее время на основе имеющихся определений изотопного возраста, биостратиграфических данных, а также материалов глубоководного бурения нами на гайотах Магеллановых гор выделены 5 крупных возрастных вулканических комплекса: 1 – позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел – ~160–140 (?) млн лет); 2 – раннемеловой (поздний баррем (?)–апт-альбский – ~127–96 млн лет); 3 – позднемеловой (позднесеноман (?)–турон-раннекампанский – ~95–76 млн лет); 4 – позднемеловой (позднекампан-маастрихский – ~74,5–66,0 млн лет); 5 – кайнозойский – 66–0 млн лет. Каждый из них соответствует определенному тектоно-магматическому этапу эволюции Магеллановых гор, а также характеризует конкретное морфологическое пространство гайотов (основание или пьедестал, основная часть постройки, небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка) и геохимические особенности слагающих их вулканических пород [7–9]. В основу этого разделения положены многочисленные (71 датировка) определения изотопного возраста, полученные нами К–Аг методом в одной лаборатории (аналитик В.А. Лебедев, ИГЕМ РАН). Эти и опубликованные данные (всего 122 датировки по 12 гайотам – К–Аг (78 определений) и ^{39}Ar – ^{40}Ar (44 определения) методы использованы в настоящей работе. Они располагаются в возрастном диапазоне 15 – 129 млн лет (средний миоцен – баррем).

Изучение осадочных пород позволило определить их возраст, фациальные особенности их формирования, а также установить роль и значение этих образований в понимании эволюции этих

структур. Основные результаты изучения осадочных пород приведены в многочисленных работах и суммированы в монографии [7]. В целом результаты изучения осадочных пород сводятся к следующему [7, 10]:

1 – осадочные породы представлены грубозернистыми образованиями (эдафогенные брекчии, конгломераты, гравелиты), песчаниками разной размерности, а также известняками мелководных и глубоководных фаций.

2 – судя по имеющимся к настоящему времени данным, осадочные образования на гайотах стали формироваться с аптского времени. К этому времени вулканические основания гайотов не только успели оформиться как самостоятельные морфоструктуры, но и на них возникли нормальные морские условия для роста и образования рифовых биогермов.

3 – изучение осадочных пород гайотов Магеллановых гор позволило выделить нам палеогеографические этапы осадконакопления. Выделяются следующие палеогеографические этапы развития гайотах Магеллановых гор: 1 – апт-альбский (раннемеловой); 2 – позднеальб-сеноманский (раннетуронский (?)); 3 – турон-раннекампанский (среднекампанский (?)); 4 – позднекампан-маастрихтский; 5 – кайнозойский. Каждый из этих этапов соответствует определенному трансгрессивно-регрессивному циклу в эволюции Магеллановых гор.

4 – на основе соотношения остатков мелководной и глубоководной фауны выделены «регрессивные» и «трансгрессивные» фазы развития гайотов. Для «регрессивных» фаз осадконакопления характерны грубозернистые осадочные породы и наличие в них мелководной бентосной фауны, а для «трансгрессивных» – тонкозернистые осадочные образования с остатками планктонных организмов.

Изучение вулканических и осадочных пород гайотов Магеллановых гор, а также анализ доступных геолого-геофизических материалов по этим структурам и прилегающей части Тихого океана позволяют сделать следующие выводы:

1. Определяющим процессом в формировании гайотов Магеллановых гор является вулканизм, который длительное время проявлялся на этих структурах.

2. Вулканическая активность на гайотах Магеллановых гор имела длительный и пульсирующий (дискретный) характер. Ско-

рее всего, активный магматизм начался здесь в позднеюрское время и проявлялся в виде отдельных эпизодов вплоть до позднего миоцена (плиоцен-плейстоцена?). Во время ослабления или полного затухания вулканизма здесь формировались осадочные породы.

3. На гайотах Магеллановых гор на основе имеющихся определений радиоизотопного возраста вулканических пород, биостратиграфических данных, а также материалов глубоководного бурения выделены 5 крупных тектоно-магматических этапов их эволюции: 1 – позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел – ~160–140 (?) млн лет); 2 – раннемеловой (поздний баррем (?)–апт-альбский – ~ 127–96 млн лет); 3 – позднемеловой (позднесеноман (?)–турон-раннекампанский – ~ 95–76 млн лет); 4 – позднемеловой (позднекампан-маастрихтский ~ 74,5–66,0 млн лет); 5 – кайнозойский – ~ 66–0 млн лет. Крупный кайнозойский этап разделяется на три этапа более низкого порядка: 1 – позднепалеоцен-эоценовый, 2 – позднеолигоцен-раннемиоценовый, 3 – среднемиоцен-позднемиоценовый (плиоцен-плейстоценовый?).

4. Каждый из тектоно-магматических этапов характеризует конкретное геоморфологическое пространство гайотов Магеллановых гор (основание или пьедестал, основная часть постройки, небольшие осложняющие наложенные структуры второго порядка). В результате 1-го тектоно-магматического этапа эволюции этих структур сформированы их основания (пьедесталы, или цоколи) до глубин 4500–3500 м; в результате 2-го и 3-го этапов эволюции были сформированы основная часть постройки каждого из гайотов; во время 4-го и 5-го этапов формировались локальные (наложенные) структуры вулканического происхождения, которые характеризуют процесс позднемеловой и кайнозойской тектонической активизации основной части постройки гайотов. Наиболее значимыми для формирования гайотов Магеллановых гор были 1-ый, 2-ой и 3-ий тектоно-магматические этапы, в течение которых были сформированы пьедестал и основная часть постройки каждого из гайотов.

5. Тектоно-магматические этапы гайотов Магеллановых гор имеют различную продолжительность, и каждый из них естественно внес разный вклад в формирование общего тела этих структур. Наиболее длительными были 1-ый и 5-ый этапы, длительность которых составляет ~ 40–60 млн лет.

6. В истории развития гайотов Магеллановых гор выделяется 5 палеогеографических этапов осадконакопления. Среди них два «регрессивных» цикла осадконакопления: 1 – апт-среднеальбский и 2 – турон-раннекампанский; а также – три «трансгрессивных» цикла эволюции: 1 – позднеальб-сеноманский, 2 – среднекампан-маастрихтский и 3 – кайнозойский.

7. Тектоно-магматические этапы эволюции гайотов Магеллановых гор, выделенные при изучении вулканических пород, хорошо согласуются с палеогеографическими этапами осадконакопления, которые предложены ранее на основании биостратиграфических и литологических материалов по этим структурам. Периоды активного магматизма совпадают по времени с этапами «регрессивного» осадконакопления, а время затухания или полного прекращения вулканизма – с этапами «трансгрессивного» осадконакопления. Тектоно-магматические и палеогеографические этапы хорошо дополняют друг друга и позволяют более обоснованно и корректно интерпретировать эволюцию гайотов Магеллановых гор.

8. Продолжительная вулканическая деятельность и, прежде всего, поствулканические процессы сыграли определяющую роль в поставке в океанскую воду флюидов, обогащенных рудными компонентами. Это в результате различных процессов, могло привести к формированию различных типов ЖМО на гайотах Магеллановых гор. Периодичность (дискретность) вулканических процессов в течение длительного периода времени обеспечила стадийность в образовании Fe-Mn корок. Судя по стратиграфии ЖМО, наиболее значимыми для поставки и накопления рудного вещества были 4-ый и 5-ый тектоно-магматические этапы – то есть, те этапы, в которых магматизм протекал, главным образом, в подводных условиях.

9. Хронология тектоно-магматических этапов гайотов Магеллановых гор хорошо согласуется с этапами тектоно-магматической активизации, как для всего Тихого океана, так и его отдельных структур. Это свидетельствует о существовании единых этапов проявления магматизма в различных районах Тихого океана.

10. Данные о длительной (поздняя юра – поздний кайнозой) и периодической активности вулканизма на одних и тех же гайотах в течение порядка 100 млн лет заставляют критически (вплоть до

полного ее исключения) подходить к применению любых вариантов модели «горячей точки» для обоснования их образования.

11. Анализ имеющихся данных позволяет сделать вывод, что гайоты Магеллановых гор сформировались в том месте, где они сейчас и располагаются в пределах самой древней части Тихоокеанской плиты. Морфология гайотов, наряду с другими данными, дает основание предполагать, что главной рельефообразующей силой в образовании Магеллановых гор было сложное взаимодействие магматической и тектонической составляющих. Они сформировались в узлах пересечения различных систем разломов, а магмоподводящими каналами, являются сами разломы, которые периодически активизировались в течение длительного времени. Гайоты, скорее всего, начали формироваться в позднеюрское время, когда происходили активные тектонические процессы, которые сопровождались мощными вулканическими излияниями. Позднее в течение раннего и позднего мела тектонические, и магматические процессы здесь неоднократно активизировались. При тектоно-магматической активизации вершины гайотов выходили на поверхность, а затем, при ослаблении этих явлений, они погружались на незначительную глубину. В целом эти процессы и сформировали основные морфологические черты гайотов. Дальнейшее рельефообразование во второй половине позднего мела-палеогене было обусловлено сложным взаимодействием процессов вулканизма, изменением уровня моря, абразией и рифообрастанием. Кайнозойский (5-ый) этап – это самый длительный, однонаправленный этап геологической эволюции гайотов Магеллановых гор, в целом сопряженный с их общим опусканием. В раннем палеогене гайоты Магеллановых гор медленно и последовательно погружаются до стадии подводных гор [7, 11]. Однако, кое-где ещё сохраняются (как и в маастрихте) «оазисы» рифовых экосистем, что отражается на характере осадконакопления. В течение позднего палеоцена-миоцена на гайотах периодически проявляется магматическая активность, интенсивность которой постепенно уменьшается. В олигоцене - раннем миоцене произошло, по-видимому, наиболее значительное общее погружение гайотов. Это погружение за период с эоцена до позднего миоцена составило не менее 1000 м. В позднем миоцене отметки вершинных плато были около современных глубин [7, 11].

Таким образом, комплексный анализ обширных коллекций магматических и осадочных пород позволяет выявить хорошую корреляцию между тектономагматическими и палеогеографическими этапами в эволюции гайотов Магеллановых гор. Высокий уровень исследований и кондиционные материалы, полученные при изучении вулканических и осадочных пород, а также ЖМО гайотов Магеллановых гор позволяют рассматривать их в качестве эталонного объекта при изучении особенности эволюции структур подобного типа в Тихом океане.

Работа выполнена в рамках Программы госбюджетных тем НИР ТОИ ДВО РАН № госрегистрации 124022100082-4.

Литература

1. Углов Б.Д., Мельников М.Е. Тектоника рудной провинции Магеллановых гор Тихого океана по геофизическим данным // Руды и металлы. 2015. № 4. С. 26-38.
2. Deitz R.S. Marine geology of Northwestern Pacific: description of Japanese bathymetric chart 6901 // Bulletin of the Geological Society of America. 1954. V. 65. P. 1199-1221.
3. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность. М.: Наука, 1995. 368 с.
4. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ФГУГП «Южморгеология», 2005. 230 с.
5. Петрологические провинции Тихого океана. М.: Наука, 1996. 444 с.
6. Рашидов В.А и др. Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых Тихого океана // Вестник КРАУНЦ (Науки о Земле). 2003. № 1. С. 103-126.
7. Геология гайотов Магеллановых гор (Тихий океан). Влад-к: Дальнаука, 2020, 200 с.
8. Съедин В.Т., Плетнев С.П., Седышева Т.Е. Возрастные вулканические комплексы и тектоно-магматические этапы эволюции Магеллановых гор (Тихий океан). Сообщение 1: Вулканические комплексы. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2022. № 4. Выпуск 56. С. 90-116.
9. Съедин В.Т., Плетнев С.П., Седышева Т.Е. Возрастные вулканические комплексы и тектоно-магматические этапы эволюции Магеллановых гор (Тихий океан). Сообщение 2: Тектоно-магматические этапы // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2023. № 3. Выпуск 59. С. 67-86.
10. Плетнев С.П. Основные типы осадочных пород апт-сеноманского возраст на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан). // Тихоок. Геол. 2019. Т. 38. № 5. С. 45-55.
11. Плетнев С.П., Съедин В.Т. О вулканизме и тектонике в эволюции гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) // Океанология. 2024. Т. 64. № 1. С. 66-77.