

ВОЗРАСТНЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ГАЙОТОВ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН)

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

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 был получен обширный каменный материал по магматическим и осадочным породам Магеллановых гор. Комплексная обработка этого материала легла в основу настоящей работы.

Целью настоящей работы является: Выделение возрастных вулканических комплексов и геологических (тектоно-магматических и палеогеографических) этапов эволюции гайотов Магеллановых гор.

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, поздний) возрастных вулканических комплекса как для отдельных гайотов, так и для всех Магеллановых гор [1-4]. Однако, четкие морфологические привязки и возрастные параметры для выделенных комплексов обычно отсутствуют.

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, основное тело, небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка) и геохимические особенности слагающих их вулканических пород [5]. 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).

Позднеюрско-раннемеловой (1-ый комплекс) возрастной вулканический комплекс не подтвержден изотопными датировками по породам, поднятых с гайотов Магеллановых гор. Его выделение основывается на общей геологической ситуации в этой части Тихого океана, а также на материалах бурения. Большинство исследователей считает, что эта часть Тихого океана сформировалась в позднеюрско-раннемеловое время [1-3, 5-8 и др.]. В скв. 801С (котловина Пигафетта), расположенной несколько северо-восточнее Магеллановых гор, вскрыт щелочной силл позднеюрского (157.4 ± 0.5 млн. лет) и толеитовые базальты среднеюрского (166.8 ± 4.5 млн. лет) возраста [9]. Этот факт позволяет уверенно говорить о проявлении щелочного магматизма в позднеюрское время в данном районе. Палеонтологически охарактеризованные осадочные породы этого возрастного интервала отсутствуют. Наиболее древние породы имеют аптский (125-120 млн. лет) возраст [5, 10]. Вероятно, мы можем говорить

о позднеюрско-раннемеловом времени проявлении вулканизма первого комплекса, в результате которого, скорее всего, на рубеже юры и мела (около 150 млн лет) и были сформированы основания (пьедесталы, или цоколи, до 4500-4000 м) гайотов Магеллановых гор.

Раннемеловой - позднебаррем(?) - апт-альбский (2-ой комплекс) возрастной вулканический комплекс выделяется на основании многих датировок, полученных по гайотам, и подтверждается материалами глубоководного бурения. Определения в интервале 129 – 96 млн. лет (баррем-ранний апт-ранний сеноман) в количестве 39 датировок имеются для 7-и гайотов – Говорова, Коцебу, Альба, Федорова, Ита-Май-Тай, Бутакова и Кесада. Они получены как K-Ar (12 датировок), так и Ar-Ar (27 датировки) методом (рис). Наиболее древние определения (от 129.0 ± 2.0 до 117 ± 0.9 млн лет) получены Ar-Ar методом для гайотов Кесада, Коцебу, Говорова и Ита-Май-Тай [11, 12]. В скв. 462А, 800А и 802 вскрыты базальтовые силлы соответственно раннеальбского (110 ± 3 млн. лет), позднебарремского (126.1 ± 0.7 и 126.1 ± 0.9 млн. лет) и позднеаптского (114.6 ± 3.2 млн. лет) возрастов [8, 9]. Кроме этого, в нескольких скважинах (скв. 585; 800А; 801С) DSDP и ODP, расположенных вблизи гайотов, разбурены мощные толщи (до 300 м) вулканокластических осадков (турбидитов) апт-альбского возраста [2, 5, 8, 13]. Согласно имеющимся геологическим данным по осадочным породам, в апт-альбское время на гайотах накапливались грубообломочные терригенные осадки – конгломераты, гравелиты и песчаники, а сами гайоты в это время представляли собой архипелаг островов [5, 10]. Выход вершин некоторых гайотов на поверхность также подтверждается наличием образцов красноцветно измененных базальтов – такие изменения происходят на воздухе. Все указанные данные свидетельствуют о том, что в раннемеловое (апт-альбское, вероятно, от позднего баррема до раннего сеномана - 127 – 96 млн. лет) время район Магеллановых гор и сами гайоты представляли собой область активного вулканизма. Это позволяет уверенно выделять для гайотов Магеллановых гор раннемеловой (позднебаррем(?)- апт-альбский) возрастной вулканический комплекс и отвечающий ему тектоно-магматический этап.

Познемеловой - поздний сеноман (?) - турон-раннекампанский (3-ий комплекс) возрастной вулканический комплекс также выделяется на основании многих датировок радиоизотопного возраста и подтверждается материалами глубоководного бурения. Определения в интервале 95–76 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан) в количестве 44 датировки имеются для 9 из 11 гайотов, по которым имеются определения возраста (рис). Они получены как K-Ar (29 датировок), так и Ar-Ar (15 датировок) методом. Наибольшее количество датировок этого возраста имеется для четырех гайотов: Коцебу (9), Альба (8), Паллада (10) и Ита-Май-Тай (4).

Значительная часть определений (15 из 44 датировок) получены Ar-Ar методом [11, 12]. Определения, полученные Ar-Ag методом, имеются для четырех гайотов: Гордина, Альба, Паллада и Федорова (рис). В целом они располагаются в интервале 95.6–85.8 млн лет (поздний сеноман-турон-коньяк). Датировки, полученные K-Ag методом, имеются для 7-ми гайотов (рис) и располагаются в интервале 95.6–76.0 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан). В скв. 802 ODP разбурены сеноман(?)-коньяк-позднекампанские вулканокластические турбидиты, формирование толщ которых совпадает по времени с 3-им и 4-м вулканическими комплексами. В позднемеловое (позднесеноман-турон-раннекампанское - 95–76 млн. лет) время гайоты Магеллановых гор представляли собой область активного вулканизма, а вершинные части гайотов выходили на поверхность, о чем свидетельствует наличие красноцветно измененных базальтов и находки малакофауны в осадочных отложениях этого возраста [5, 10]. Это позволяет уверенно выделять в эволюции гайотов

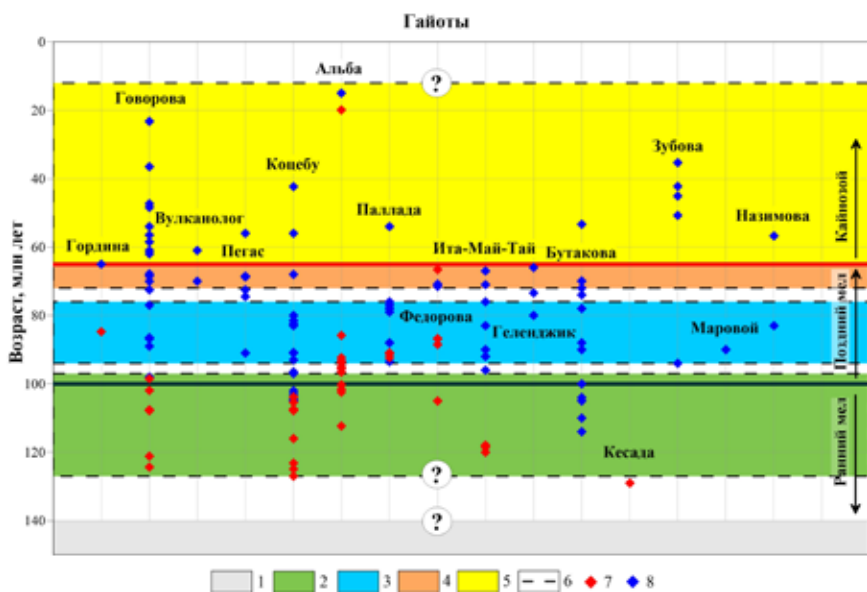


Рис. Время проявления вулканизма и тектоно-магматические этапы на гайотах Магеллановых гор.

1 - 5 – тектоно-магматические этапы: 1- позднеюрско-раннемеловой, 2- раннемеловой (поздний баррем (?)-апт-альбский, 3 - позднемеловой (позднесеноман (?)-турон-раннекампанский), 4 - позднемеловой (позднекампан-маастрихский), 5 – кайнозойский; 6 – границы этапов; 7 – определения, полученные K-Ag методом; 8 - определения, полученные Ar-Ag методом.

Магеллановых гор позднемеловой - поздний сеноман(?)-турон-раннекампанский возрастной вулканический комплекс и отвечающий ему тектоно-магматический этап. Скорее всего, породы этого комплекса, наряду с образованиями 2-го (раннемелового) комплекса формируют основное тело гайотов. – от глубин 4000-3500 м до их современных вершин.

Позднемеловой - позднекампан-маастрихский (4-ый комплекс) возрастной вулканический комплекс выделяется нами на основании многих датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор, и подтверждается материалами глубоководного бурения в прилегающих к гайотам котловинах Сайпан и Пигафетта. Определения в интервале 74.5-66 млн лет (поздний кампан-маастрихт) в количестве 21 датировок имеются для 8 из 11 гайотов, по которым выполнены определения возраста (рис). Они получены главным образом К-Аг методом и только одно определение (гайот Федорова) получено Ar-Ag методом (рис). В скважинах, которые располагаются вблизи гайотов Ита-Май-Тай и Федорова (скв. 199, 585, 802), разбурены кампан-маастрихтские турбидиты с прослоями вулканических туфов и гиалокластитов [2, 3, 13].. Это свидетельствует о проявлении активного вулканизма в самом конце позднемелового (позднекампан-маастрихт) времени на гайотах. Все указанные данные свидетельствуют о том, что в самом позднем мелу гайоты Магеллановых гор, после незначительного перерыва в раннекампанское время, вновь стали областью активного вулканизма. Всё это позволяет выделять в эволюции гайотов Магеллановых гор позднемеловой позднекампан-маастрихтский возрастной вулканический комплекс и отвечающий ему тектоно-магматический этап. Однако интенсивность позднекампан-маастрихтского вулканизма (4-ый комплекс, 21 датировка) была значительно слабее по отношению к магматизму позднесеноман-турон-раннекампанского (3-ий комплекс, 44 датировки). На это может указывать существенное преобладание (более чем в 2 раза) количества радиоизотопных определений для образований позднемелового 3-го комплекса по отношению к определениям 4-го комплекса (рис). В маастрихте на основных телах гайотов начали формироваться небольшие наложенные вулканические структуры 2-го порядка [5, 14].

Кайнозойский вулканический комплекс (5-ый комплекс, комплекс кайнозойской активизации) возрастной вулканический комплекс также выделяется на основании датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор. Определения (18 датировок) отвечающие кайнозойскому времени (65–15 млн лет, ранний палеоцен-средний миоцен) имеются для 6 из 12, охарактеризованных возрастными гайотов (рис). Подавляющее большинство определений получены К-Аг методом, и только одно (19.9 ± 0.8 млн лет) – Ar-Ag методом [11]. При этом на гайоте Говорова имеется 9 датировок отвечающих кайнозойскому времени, на гайоте Ко-

цебу и Альба – две, а на остальных трех гайотах (Гордина, Вулканолог, Паллада) – по одной (рис). На гайоте Говорова датировки кайнозойского возраста характеризуют интервал от палеоцена до раннего миоцена (62.0–23.2 млн лет). Самое «молодое» определение, отвечающее среднемиоценовому времени (15.0 ± 2.0 млн лет), получено для гайота Альба [2, 5]. Основная часть датировок (11 проб) характеризует позднепалеоцен-эоценовое (60-38 млн. лет) время. Мы полагаем, что кайнозойский возраст вулканический комплекс отвечает крупному (порядка 50-60 млн. лет) одноименному тектоно-магматическому этапу в эволюции гайотов Магеллановых гор, который характеризует, скорее всего, процесс кайнозойской тектонической активизации этих структур. В этот период на основных телах гайотов формируются небольшие наложенные структуры 2-го порядка, обычно приуроченные к их платообразной поверхности [5, 14]. Согласно работе [14] на всех гайотах Магеллановых гор обнаружены многочисленные локальные «осложняющие» вулканические постройки в виде конусов и куполов. Их количество на одном гайоте изменяется от нескольких десятков до сотни и более единиц. Размеры этих структур варьируют от первых сотен метров в поперечнике до 10 км (преобладают 1.0-2.5 км), а высота – от 30 до 650 м (преобладают до 400 м). Формирование этих локальных «осложняющих» структур указанные авторы связывают с позднемиоценовой (кампан-маастрихт) и кайнозойской тектоно-магматической активизацией основного тела гайотов. Имеющиеся радиоизотопные определения для пород кайнозойского вулканического комплекса гайотов Магеллановых гор (Рис), а также анализ обширного материала по возрастам вулканических подводных хребтов, гор и островов Тихого океана [15] и Филиппинского моря [16], позволяют разделить крупный кайнозойский (порядка 50-60 млн. лет) тектоно-магматический этап в эволюции этих структур на 3 более мелких этапа: 1 – поздний палеоцен-среднеэоценовый; 2 – позднеолигоцен-раннемиоценовый; 3 – среднемиоцен-позднемиоценовый (плиоцен-плейстоценовый?). Кайнозойский тектоно-магматический этап отражает этап кайнозойской активизации магматизма в эволюции гайотов Магеллановых гор. Это наиболее слабый этап магматизма на гайотах Магеллановых гор, однако, и он сыграл определенную роль в эволюции этих структур.

Итак, выделенные на основании изучения вулканизма тектоно-магматические этапы гайотов Магеллановых гор в целом отвечают ранее определенным этапам эволюции Тихого океана [6 - 8]. Более того, они дополняют и уточняют время и интервал проявления тектоно-магматической активизации для других структур Тихого океана в мелу, и - особенно в кайнозое.

Палеогеографические этапы осадконакопления установлены нами на основе изучения осадочных пород гайотов Магеллановых

гор. Судя по стратиграфическому разрезу осадочные образования на гайотах стали формироваться с аптского времени [2, 10]. То есть, к этому времени вулканические основания гайотов не только успели оформиться, но и на них возникли нормальные морские условия для роста и образования рифовых биогермов. Выделяются следующие палеогеографические этапы развития гайотах Магеллановых гор: **1 – апт-альбский (раннемеловой); 2 – позднеальб-сеноманский (ранне-туронский (?)); 3 – турон-раннекампанский (среднекампанский (?)); 4 – позднекампан-маастрихтский; 5 – кайнозойский.** Каждый из этих этапов соответствует определенному трансгрессивно-регрессивному циклу в эволюции Магеллановых гор. Отчетливо выделяются 2 регрессивных цикла: **1-ый (апт-среднеальбский) и 3-ий (турон-раннекампанский);** а также 3 трансгрессивных цикла: **2-ой (позднеальб-сеноманский); 4-ый (позднекампан-маастрихтский) и 5-ый (кайнозойский) этапы.**

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 [5, 10]. 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 [5, 10]. Это погружение за период с эоцена до позднего миоцена составило не менее 1000 м. В позднем миоцене отметки вершинных плато были около современных глубин [5, 10].

Литература

1. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность. М.: Наука. 1995. 368 с.
2. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ФГУПП «Южморгеология». 2005. 230 с.
3. Петрологические провинции Тихого океана. М.: Наука. 1996. 444 с.
4. Рашидов В.А и др. Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых Тихого океана // Вестник КРАУНЦ (Науки о Земле). 2003. № 1. С. 103-126.
5. Геология гайотов Магеллановых гор (Тихий океан). Влад-к: Дальнаука. 2020. 200 с.
6. Пушаровский Ю.М. Тектоника Земли. Т.1. Тектоника и геодинамика. М.: Наука. 2003. 350 с.
7. Голубева Э.Д. Толейтовые базальты Тихого океана (петрология и геохимия). Владивосток: ДВО АН СССР. 1990. 136 с.

8. Голубева Э.Д. Эволюция магматизма Тихого океана. Влад-ок: Дальнаука. 2009. 132 с.
9. Pringle M.S. Radiometric ages of basalts basement recovered at Sites 800, 801 and 802, Leg 129 Western Pacific Ocean // Proc. ODP, Sci. Results. 1992. Vol. 129. P. 389-404.
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. Перетяжко И. С и др., Внутриплитный вулканизм гайота Альба: геодинамические модели формирования Магеллановых гор в Тихом Океане на протяжении 100 миллионов лет // Геология и геофизика. 2023. Т. 64. № 1. С. 3-33.
12. Koppers A.P., et. al. The Magellan seamount trail: implications for Cretaceous hotspot volcanism and absolute Pacific plate motion // Earth and Planet. Sci. Lett. 1998. V. 163. P. 53-68.
13. Initial Reports of the DSDP. 1985. Vol. 89. 998 p.
14. Мельников и др. Вулканические постройки на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоок. Геол. 2016. Т. 35. № 6. С. 38-46.
15. Clourd V. and Bonneville A. Ages of Seamounts, islands and plateaus on the Pacific Plate (ver. 2.0. October 2000). // <http://www.ufp.pf/geos>.
16. Съедин В.Т., Мельниченко Ю.И. Тектоно-магматические этапы Филиппинского моря и эволюция его впадины // Физика геосфер: 7-ой Всерос. симпозиум (материалы докладов). Владивосток: Дальнаука. 2011. С. 405-417.