

УДК 548.4

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ГАЙОТА КАСТОР (ТИХИЙ ОКЕАН)

© 2004 г. В. А. Симонов, С. В. Ковязин, В. Ю. Колобов

Представлено академиком Н.Л. Добрецовым 24.03.2004 г.

Поступило 09.04.2004 г.

Из структур, обязанных своим происхождением внутриплитным магматическим системам в современных океанических областях, весьма распространены многочисленные подводные горы (гайоты, симаунты), располагающиеся на широком пространстве в центральной и западной частях Тихого океана. Они привлекают к себе самое

пристальное внимание [1, 2 и др.]. В результате проведенных исследований оказалось возможным выделить в складчатых структурах Центральной Азии палеосимаунты [3–6], что свидетельствует о значительной роли данного типа магматизма и в древних океанах. В то же время, несмотря на детальные петрологические, геохи-

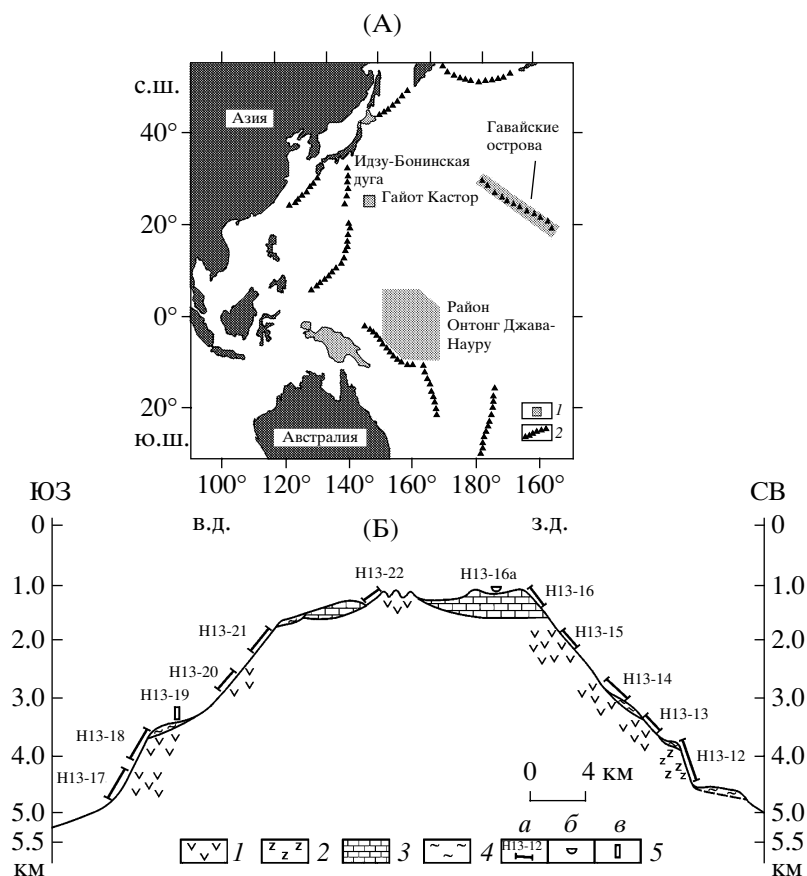


Рис. 1. Местоположение (А) и схематический геологический разрез (Б) гайота Кастор. 1 – базальты и лавобрекчии базальтов; 2 – пикриты и пикробазальты; 3 – органогенные (рифогенные) известняки; 4 – литифицированные глинистые осадки; 5 – станции пробоотбора: а – драгами с указанием интервала, б – грейфером, в – литологической трубкой.

Институт геологии Сибирского отделения Российской Академии наук, Новосибирск

Таблица 1. Составы гомогенизированных расплавных включений в оливинах из пикритов и пикробазальтов гайота Кастор

Компонент	1-8/154	1-9/157	1-10/7	17-11/16	17-12/50	17-13/18
SiO ₂	48.61	48.19	47.54	46.99	47.66	48.40
TiO ₂	1.75	1.57	1.60	1.85	2.00	2.02
Al ₂ O ₃	14.18	13.08	12.77	12.31	12.90	12.78
Cr ₂ O ₃	0.09	0.18	0.15	0.07	0.07	0.04
FeO	6.99	7.30	7.69	9.43	8.50	6.48
MnO	0.09	0.09	0.12	0.15	0.10	0.12
MgO	13.47	14.63	15.06	15.30	13.72	15.83
CaO	11.62	11.28	11.17	10.73	12.20	11.69
Na ₂ O	2.18	2.05	1.93	1.79	1.88	1.85
K ₂ O	0.20	0.24	0.17	0.20	0.24	0.14
Сумма	99.18	98.59	98.19	98.83	99.29	99.35
Li	2.50	2.07	1.82	2.24	1.88	Н.о.
Be	0.53	0.51	0.49	0.75	0.77	То же
B	1.00	1.02	0.99	1.13	0.97	»
V	252	223	196	228	200	199
Cr	652	798	910	596	630	1371
Sr	247.72	226.01	210.79	248.72	230.29	198.59
Y	22.66	20.10	18.53	21.29	20.66	19.93
Zr	114.53	103.51	96.41	119.40	107.71	95.30
Nb	13.20	14.83	13.31	11.43	10.40	10.18
Ba	51.19	69.44	47.59	46.00	44.16	41.92
La	11.068	11.527	10.582	10.032	9.098	8.296
Ce	27.868	28.003	25.315	26.037	24.626	21.359
Nd	17.140	15.652	14.733	16.644	15.780	13.446
Sm	4.198	3.466	3.334	4.573	4.161	4.273
Eu	1.283	1.152	1.089	1.366	1.343	1.339
Gd	6.387	3.912	4.078	4.595	6.092	4.559
Dy	4.393	3.674	3.359	3.986	3.946	3.661
Er	2.507	2.311	1.965	2.189	2.074	2.053
Yb	1.690	1.541	1.229	1.364	1.150	1.506
H ₂ O	0.09	0.05	0.04	0.01	0.02	0.03
T _{гом}	1390	1400	1415	1410	1410	1405

Примечание. 1 – образец Н13-12/1; 17 – образец Н13-12/17. Н.о. – элемент не определялся. T_{гом} – температура гомогенизации включений (°С).

мические и минералогические исследования, многие вопросы, касающиеся физико-химических условий магматических систем и параметров генерации глубинных первичных расплавов подводных гор, остаются невыясненными. Значительную помощь может оказать изучение расплавных включений в минералах, но информация об исследованиях этим методом магматизма подводных гор (гайотов, симаунтов) практически отсутствует.

Во время 13-го рейса нис “Академик Александр Несмеянов” (1988 г.), в котором принял участие один из авторов работы, был собран представительный каменный материал при опробовании склонов гайота Кастор, располагающегося в западной части Тихого океана, к востоку от южного окончания Идзу-Бонинской дуги. Гайот обладает практически плоской вершиной, покрытой преимущественно органогенными (рифоген-

ными) известняками (мощностью до 200 м), карбонатными и вулканическими брекчиями. Основной объем подводной горы сложен вулканическими породами с преобладанием базальтов. В нижней части широко представлены пикробазальты и пикриты. На склонах при драгировании подняты также лавобрекчии, туфы, туфопесчаники, глины, органические известняки (рис. 1).

Исследовали образцы пикритов и пикробазальтов, поднятые на станции Н13-12. Изученные породы содержат до 50% часто идиоморфных вкрапленников (1–5 мм) свежего оливина, располагающихся в микрозернистой зеленовато-серой основной массе. Среди вкрапленников преобладают минералы с содержанием форстеритового компонента 88.1–88.9, близкие по составу наиболее магнезиальным оливинам из толеитов Гавайских островов и соответствующие оливинам мантийных ассоциаций [7].

В оливиновых вкрапленниках из пикритов (образцы Н13-12/1 и Н13-12/17) были найдены и изучены расплавные включения. Включения исследовали по методике, описанной ранее [8, 9]. Состав расплавных включений (мас. %) установлен на рентгеновском микроанализаторе “Самебах-микро” (ОИГГМ СО РАН, г. Новосибирск). Содержание редких и редкоземельных элементов (РЗЭ) (г/т) и воды (мас. %) во включениях определено методом вторично-ионной масс-спектрометрии на ионном микроанализаторе IMS-4f в Институте микроэлектроники РАН (г. Ярославль) по методике [10] (табл. 1). При нагреве в микротермокамере полностью гомогенными включения становятся в интервале 1290–1420°C. Явно преобладают значения 1375–1420°C. Установлена прямая зависимость температур и составов включений.

На диаграмме для расплавных включений (рис. 2), показывающей зависимость содержания MgO от SiO₂, отчетливо видно, что расплавы, из которых кристаллизовались оливины, были базальтового состава, в то время как породы (пикриты), содержащие данные минералы, гораздо более магнезиальны. Эти факты свидетельствуют о формировании рассмотренных пород в результате кумуляции оливинов, которая сопровождалась резким падением MgO и образованием менее магнезиальных базальтовых расплавов.

Данные по соотношению TiO₂–FeO/MgO во включениях показывают эволюцию глубинных расплавов гайота Кастор при фракционировании оливина от примитивных до поля океанических островов (ОИВ) с ростом FeO/MgO (от 0.5 до 1.7) и титана до 2.2 мас. %. В целом по характеру распределения титана и по низкой жезезистости магмы гайота Кастор существенно отличаются от расплавов океанических плато.

По соотношению редких элементов (Y, Zr) расплавные включения в оливинах из двух образ-

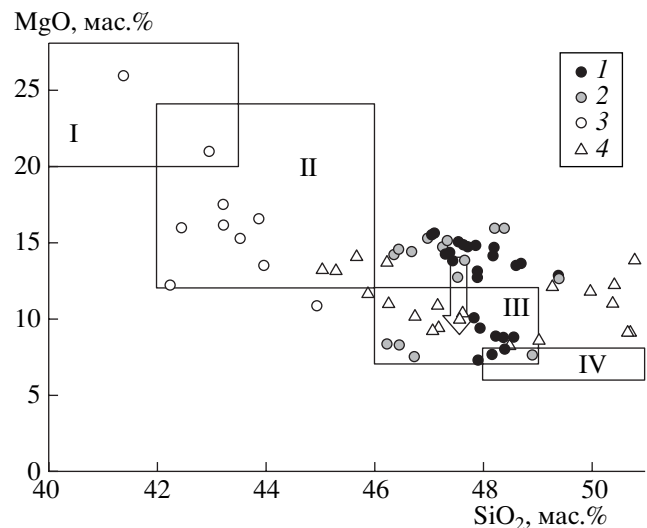


Рис. 2. Диаграмма MgO–SiO₂ для расплавных включений и пород гайота Кастор. 1, 2 – расплавные включения в оливинах из пород гайота Кастор (1 – образец Н13-12/1, 2 – образец Н13-12/17); 4 – в оливинах из пород толеитовой и промежуточной серий Гавайских островов и острова Реюньон; 3 – пикриты и пикробазальты гайота Кастор. Поля пород: I – пикриты, II – пикробазальты, III – оливиновые базальты, IV – базальты. Стрелкой показан переход от одной группы включений к другой с резким падением магнезиальности. Рисунок построен на основе оригинальных данных с использованием материалов [7, 13].

цов пород гайота Кастор находятся в тесной ассоциации с включениями в оливинах из толеитов Гавайских островов и располагаются в поле обогащенных базальтов типа E-MORB. Они резко отличаются от базальтов плато Онтонг Джава.

По типу спектров РЗЭ включения в оливинах гайота Кастор близки обогащенным расплавам с явным ростом роли легких лантаноидов. При этом данные по включениям из разных образцов практически идентичны. Что касается характера распределения РЗЭ, то включения существенно отличаются от гавайских толеитов повышенным содержанием всех элементов. Эти данные совпадают с данными по промежуточной серии Гавайских островов. Необходимо отметить резкое отличие расплавов гайота Кастор от базальтов плато Онтонг Джава, для которых характерен хондритовый тип распределения РЗЭ (рис. 3).

На основе данных по составу расплавных включений в оливинах были проведены оценки параметров выплавления из мантийного субстрата первичных расплавов. Расчеты проводились по методам [11, 12] с использованием как данных по валовому составу включений, так и по содержанию в них редких элементов. В результате установлено, что первичные расплавы гайота Кастор формировались как минимум на глубинах 75–90 км

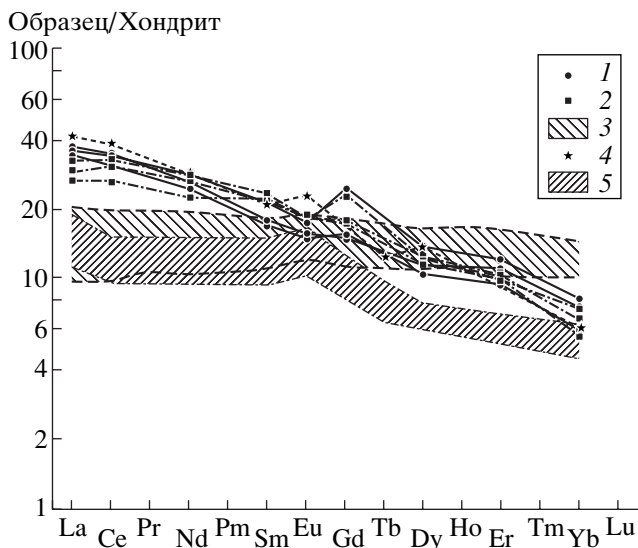


Рис. 3. Распределение редкоземельных элементов в расплавных включениях в оливинах из пород гайота Кастор. 1, 2 – расплавные включения в оливинах из пород гайота Кастор (1 – образец Н13-12/1, 2 – образец Н13-12/17); 3 – базальты плато Онтонг Джава; 4, 5 – породы промежуточной (4) и толеитовой (5) серий Гавайских островов. Значения элементов нормированы к составу хондрита согласно [14]. Рисунок построен на основе оригинальных данных с использованием материалов [7, 15].

при давлениях около 25–30 кбар и температурах – 1470–1510°C.

ВЫВОДЫ

1. Исследования оливинов и расплавных включений из пикритов и пикробазальтов свидетельствуют о сходстве магматических систем гайота Кастор и Гавайских островов и говорят о высоких параметрах кристаллизации минералов, начиная с температур 1420–1400°C.

2. Согласно петрохимическим данным и геохимии редких и редкоземельных элементов магматические системы гайота Кастор наиболее близки обогащенным расплавам типа E-MORB и океанических островов (OIB) и отличаются от магм океанических плато.

3. Изученные расплавные включения характеризуют эволюцию глубинных магматических систем в ходе снижения температуры. Включения фиксируют фактически два типа расплавов: пер-

вый представляет наиболее магнизальные и высокотемпературные магматические системы, из которых в глубинных условиях происходила массовая кристаллизация оливинов; второй является относительно низкотемпературным (до 1290°C) более железистым расплавом, из которого завершилась кристаллизация минералов.

4. На основе данных по составам расплавных включений рассчитаны минимальные параметры выплавления из мантийного субстрата первичных расплавов гайота Кастор, совпадающие с данными по Гавайским островам [7].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 02–05–64618, 02–05–64046).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрологические провинции Тихого океана. М.: Наука, 1996. 444 с.
2. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность. М.: Наука, 1995. 368 с.
3. Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А. Геодинамика палеоспрединга. М.: ГЕОС, 2002. 294 с.
4. Добрецов Н.Л. // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 1/2. С. 5–27.
5. Добрецов Н.Л., Симонов В.А., Буслов М.М. Эволюция тектонических процессов в истории Земли. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. Т. 1. С. 150–152.
6. Buslov M.M., Bersin N.A., Dobretsov N.L., Simonov V.A. Geology and tectonics of Gorny Altai. Novosibirsk: UIGGM SB RAS, 1993. 122 p.
7. Соболев А.В., Никогосян И.К. // Петрология. 1994. Т. 2. № 2. С. 131–168.
8. Симонов В.А. Петрогенезис офиолитов (термобарогеохимические исследования). Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1993. 247 с.
9. Sobolev A.V., Danyushevsky L.V. // J. Petrol. 1994. V. 35. P. 1183–1211.
10. Соболев А.В. // Петрология. 1996. Т. 4. № 3. С. 228–239.
11. Schilling J.-G., Ruppel C., Davis A.N. et al. // J. Geophys. Res. 1995. V. 100. № B7. P. 10057–10076.
12. Shen Y., Forsyth D.W. // J. Geophys. Res. 1995. V. 100. № B2. P. 2211–2237.
13. Магматические горные породы. Т. 1. М.: Наука, 1983. 766 с.
14. Boynton W.V. Rare Earth Element Geochemistry. N.Y.: Elsevier, 1984. P. 63–114.
15. Mahoney J.J., Storey M., Duncan R.A. et al. // Proc. Ocean Drilling Program. Sci. Results. 1993. V. 130. P. 3–22.