

УДК 552.11+552.16+552.321(267)+552.325+  
+552.48+550.422

ПЕТРОГРАФИЯ

Ю. А. БОГДАНОВ, В. В. ПЛОШКО

## ГАББРО-ПЕРИДОТИТОВАЯ ФОРМАЦИЯ ВПАДИНЫ РОМАНШ (АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН)

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 29 VI 1970)

Впадина Романш находится в центральной части Атлантического океана, в районе экватора, где подводный Срединно-Атлантический хребет делает резкий S-образный изгиб. Она представляет собой глубокое ущелье с крутыми, иногда отвесными стенками, связанное с одним из широтных разломов, пересекающих срединный хребет. Во время 1-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Курчатов» в поябре 1966 — феврале 1967 гг. различными грунтовыми приборами со дна впадины были подняты пробы донных осадков, в составе которых в большом количестве присутствовал грубообломочный материал. Значительную его часть составляли гипербазиты, базиты и их метаморфизованные разновидности (<sup>1</sup>). Интересны переходные типы пород между гипербазитами и базитами (троктолиты и др.), а также интрузивно-эффузивные разновидности габброидов. Описываемый здесь троктолит в океанах встречается впервые.

Гипербазиты в настоящее время изучены наиболее детально (<sup>4</sup>, <sup>5</sup>). Характерно при этом следующее: а) принадлежность гипербазитов к ряду полевошпатового лерцолита — гарцбургита с отсутствием бесполевошпатовых разновидностей; б) наличие полевошпатовых пироксенитов, связывающих гипербазиты с габброидами; в) тенденция к обогащению перидотитов ромбическим или моноклинным пироксенами с появлением разновидностей, переходных к пироксениту; г) повышенное содержание в гипербазитах плагиоклаза (до 15%) и его относительно кислый состав (№ 55—75, редко № 85), близкий составу плагиоклаза в габброидах; д) наличие в гипербазитах микроучастков, по структуре напоминающих оливниное габбро; е) появление среди гипербазитов разновидностей, переходных к габброидам (троктолит).

В отличие от троктолитов — производных базитовой магмы, троктолит Романша генетически связан с ультраосновной магмой, о чем свидетельствует тождество свойств главных породообразующих минералов и характер их вторичных изменений в троктолите и гипербазитах, а также химизм этих пород.

Троктолит — горная порода, по структуре и минеральному составу аналогичная микроучасткам гипербазитов, напоминающим оливниное габбро (структура аллотриоморфная, местами петельчатая, как у серпентинитов; минеральный состав (об. %) плагиоклаз 67, оливин 31, рудные минералы 2). Характерно неравномерное распределение минералов по породе; участки с петельчатой структурой ничем не отличаются от серпентинизированных гипербазитов.

Бесцветный оливин образует агрегаты мелких (1 мм) зерен, чаще составляющих ядра в петлях серпентина. Судя по оптическим свойствам ( $2V = \pm 85-90$ ,  $n_g - n_p = 0,036$ ), он беден фаялитовым компонентом и соответствует оливину гипербазитов. Плагиоклаз — лабрадор № 65—70 с  $2V = +65-75^\circ$  нередко полисинтетически сдвойникован по альбит-эстерельскому или карлсбадскому закону. Аналогично плагиоклазу из гипербазитов (<sup>4</sup>), плагиоклаз в троктолите одновременно с серпентинизацией оли-

вина претерпевает изменения с развитием по трещинам минерала группы каолинит-монтмориллонита, что не отмечалось в габброидах. Рудные минералы находятся в ассоциации с плагиоклазом и представлены бурым, зеленовато- или светло-бурым хромпикотитом и темно-бурым, почти непрозрачным хромитом.

Габброиды впадины Романиш представлены типами пород, широко распространенными на материках (нормальным и оливковым габбро, габбро-норитами, их амфиболитизированными разновидностями, микрогаббро-норитами, габбро-диабазами и диабазами), и по характеризующим их особенностям относятся к нормальным изверженным горным породам. Доминирующими среди них являются габбро и габбро-нориты. Ассоциации минералов, слагающих габброиды и их метаморфизованные разновидности, аналогичны минеральным ассоциациям интрузивных базитов континентов. Интенсивная постмагматическая амфиболитизация габброидов, синхронная диазометаморфическим процессам, свидетельствует о большой насыщенности материнской магмы флюидами. Относительно быстрая кристаллизация краевых фаций интрузии базитов, вероятно, препятствовала выделению этих флюидов из центральных участков, что и обусловило появление амфиболитизированных габброидов и габбро-амфиболитов.

Типы габброидов, переходные к гипербазитам (амфиболитизированные меланократовые нориты), — зеленовато-серые гнейсовидные породы аллотриоморфнозернистой структуры. Они состоят (об. %) из плагиоклаза (42,5), пироксена (16,2), амфибола (37,1), хлорита (2,4) и рудных минералов (1,8). Наиболее ранний минерал — ромбический пироксен ( $2V$  от  $-60$  до  $-80^\circ$ ). Спайность четкая, преобладают зерна с  $CN_g > 0^\circ$ . Пироксен замещается хлоритом (пеннином или делесситом), обыкновенной роговой обманкой (бурой, зеленовато-бурой или зеленой) с  $2V$  от  $-80$  до  $-85^\circ$ ,  $CN_g = 15-25^\circ$ , и актинолитом ( $2V = -82^\circ$ ,  $CN_g = 17^\circ$ ). Лейкократовая часть описываемых норитов представлена лабрадор-битовинитом № 70—80 с  $2V$  от  $-65$  до  $-85^\circ$ . Двойникование плагиоклаза простое и полисинтетическое по карлсбадскому, манебахскому или альбитовому закону. Взаимоотношения рудных минералов (ильменита и титаномагнетита) аналогичны ранее описанным для габбро-амфиболитов (6).

Очень интересна интрузивно-эффузивная разновидность габброидов, по нашему мнению, представляющая собой краевую фацию интрузива. Внешне это темно-серая, местами черная неравномерно-зернистая порода со следами полосчатости, очевидно обусловленной движениями в магме при ее кристаллизации. Минеральный состав этой породы (об. %): плагиоклаз во вкрапленниках (11,5), пироксен (22), хлорит (1,5), пльменит и титаномагнетит (12,5), плагиоклаз основной массы (50)\*. Характерно наличие участков с различными структурами (габбровая, микрогаббровая, сидеронитовая с размером зерен 0,3—1 мм и порфирировая структура с поликристаллической, иногда микропанидоморфнозернистой структурой основной массы). Вкрапленники, помимо плагиоклаза (лабрадора), представлены ромбическим ( $2V$  от  $-75$  до  $-80^\circ$ ) и моноклинным ( $2V = 48-65^\circ$ ) пироксеном.

Микрогаббро-нориты по структуре, минеральному и химическому составу тождественны габбро-норитам и, очевидно, являются жильными дериватами основной интрузии. Вероятнее всего, и габбро-диабазы следует связывать с заключительной фазой внедрения этой интрузии. Часть диабазов, возможно, являются корнями более молодых базальтоидных излияний.

Как видно из табл. 1, с уменьшением  $MgO$  в ряду перидотиты — пироксениты — переходные типы — габброиды увеличивается содержание  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$  и  $SiO_2$ , что, вероятно, является характерной чертой эволюции магматического расплава. По содержанию  $TiO_2$ ,  $MnO$ ,  $V_2O_5$ ,  $P$ ,  $Cl$

\* 18% плагиоклаза основной массы содержат примесь рудного (пылеобразного) минерала.

Химический состав главных типов гипербазитов и габброидов  
впадины Романш (вес. %)

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	43,82	43,42	45,35	46,24	42,23	45,61	49,39	51,75	47,28
TiO <sub>2</sub>	0,10	1,07	0,22	0,40	0,67	0,08	1,41	0,49	3,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,32	4,57	4,73	8,71	9,99	18,94	12,96	16,83	13,72
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,20	0,56	—	0,19	0,18	0,04	0,01	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,53	2,57	4,18	2,63	3,43	2,58	3,64	2,03	7,58
FeO	6,50	7,98	3,83	4,22	4,72	1,44	6,10	5,20	9,03
NiO	—	—	0,19	—	0,07	0,08	0,03	0,04	—
MnO	0,11	0,16	0,14	0,10	0,17	0,08	0,17	0,15	0,24
MgO	41,20	32,78	29,82	26,66	20,15	14,55	9,43	7,72	6,25
CaO	1,16	4,05	4,48	8,44	6,66	6,28	12,41	10,91	8,00
Na <sub>2</sub> O	0,30	0,98	0,52	0,82	1,83	3,14	2,76	3,39	2,60
K <sub>2</sub> O	0,10	0,16	0,08	Не обн.	0,15	0,18	0,05	0,14	0,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	—	—	0,09	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,04	0,03	—	0,05	0,03	0,08	0,04	—
CO <sub>2</sub>	—	0,17	Сл.	0,45	0,35	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0,03
Cl	—	0,22	0,32	—	0,29	Сл.	» »	Сл.	—
F	—	Не обнаружено	—	—	0,02	Не обн.	» »	Не обн.	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	2,19	0,29	1,29	1,79	2,68	2,37	0,32	0,03	1,01
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>		1,62			5,08	6,38	4,70	1,18	
Сумма	100,38	100,28	100,82	100,55	100,07	100,30	100,04	99,70	99,45
—O=(F, Cl) <sub>2</sub>	—	0,05	0,07	—	0,06	—	—	—	—
	—	100,23	100,75	—	100,01	—	—	—	—

Примечание. 1 — полевошпатовый гарцбургит; 2 — полевошпатовый перцолит; 3 — гипербазит промежуточного (между перцолитом и вебстеритом) состава; 4 — полевошпатовый пироксенит (?); 5 — амфиболлизированный меланокрасовый норит; 6 — троктолит; 7 — оливиновое габбро; 8 — габбро-норит (аналитик Д. Н. Кирьева, институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР); 9 — интрузивно-эффузивный габброид краевой фации (аналитики Н. М. Еремеева, А. В. Мельник, Л. В. Королева, лаборатория геологии Атлантики Атлантического отделения Института океанологии СССР).

Таблица 2

Содержание микроэлементов в главных типах гипербазитов  
и габброидов впадины Романш (10<sup>-3</sup> %) \*

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Кларки **	
										I	II
Sc	0,5	0,8	0,8	1	2	0,7	2	1,5	0,7	0,5	2,4
Pb	3	2	5	30	2	1	2	2	2	0,01	0,8
Sn	0,7	1	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	0,2	0,2	0,05	0,15
Nb	2	2	1	1	2	1	2	1	1	0,1	2
Ga	0,3	—	0,5	0,6	1	0,7	1,5	1,5	1,5	0,2	1,8
Mo	0,1	0,1	0,15	0,2	0,15	0,1	0,15	0,15	0,1	0,02	0,14
Li	—	0,8	1	1	2	3	1	0,5	0,5	0,05	1,5
Cu	2	3	5	10	10	5	5	8	10	2	10
Zn	20	10	20	100	7	8	10	10	15	3	13
Co	20	30	20	15	10	7	8	6	3	20	4,5
Zr	8	5	10	20	10	5	20	15	15	3	10
Sr	1	7	5	20	10	50	30	30	30	1	44
Ba	7	10	2	20	3	20	5	5	3	0,1	30
La	—	—	—	—	—	—	5	—	—	0	2,7
Y	—	—	—	3	3	2	—	—	—	0	2
B	5	3	8	0,5	4	6	0,8	0,4	0,4	0,1	0,5

\* По данным приближенно-количественного спектрального анализа (аналитик Р. В. Кортман, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР); номера анализов соответствуют таковым в табл. 1.

\*\* По А. П. Виноградову: I — в ультраосновных, II — в основных породах.

гипербазиты и базиты близки между собой, причем, как и в гипербазитах <sup>(5)</sup>, в габброидах Романша С1 содержится в повышенном, а Мп — в пониженном количестве по сравнению с кларками <sup>(2)</sup>. Характерно, что содержание  $Cr_2O_3$  в переходных типах пород близко содержанию этого компонента в гипербазитах. Распределение элементов-примесей в габброидах в основном близко распределению их в гипербазитах (табл. 2), причем некоторые разновидности отличаются заметно повышенным содержанием Рb, Nb и других элементов по сравнению с кларками <sup>(2)</sup>. Величины отношений Cr : Ni : Со в гипербазитах (1 : 0,7 : 0,1) и габброидах (1 : 0,7 : 0,3) практически равны, что указывает на генетическую связь этих пород. Об этом свидетельствуют также многие другие петро- и геохимические признаки <sup>(5)</sup>.

Все вышесказанное, на наш взгляд, является доказательством того, что изученные габброиды и гипербазиты комагматичны, связаны с единой, очень сложной, близкой к основной по составу, магмой и образовались в результате ее глубинной дифференциации. В глубоководной впадине Романш, таким образом, распространена естественная ассоциация горных пород, близкая габбро-пироксенит-дунитовой формации материков.

Следует отметить, однако, что, как и гипербазиты Уральской габбро-пироксенит-дунитовой формации <sup>(3)</sup>, гипербазиты Романша по ряду признаков (текстурные и структурные особенности, минеральный состав, постмагматические изменения и др.) более близки к ультраосновным породам гипербазитовой (альпийской) формации, чем к соответствующим породам сложно дифференцированных плутонов платформенных областей (типа Мончегского, Воронежского или Сёдберри). Как известно <sup>(3)</sup>, в некоторых конкретных формациях наиболее ранние или наиболее поздние продукты интрузивных фаз отсутствуют. Во впадине Романш дуниты не были обнаружены, и гипербазиты, помимо пироксенитов, представлены перидотитами. Подобные ассоциации (например, габбро-пироксенитовую) Ю. А. Кузнецов <sup>(3)</sup> предлагает выделить в качестве субформации габбро-пироксенит-дунитовой формационного типа. С нашей точки зрения, в Романше габбро-перидотитовую ассоциацию пород следует относить к самостоятельной конкретной формации.

Следовательно, вышеприведенные факты свидетельствуют о том, что в океанах, помимо ассоциации пород, близкой к гипербазитовой (альпийской) формации континентов, существует ассоциация изверженных пород, близкая к габбро-пироксенит-дунитовой (габбро-перидотитовой) формации. Более того, возможно присутствие в океанах еще одной формации ультраосновных пород, обычно свойственной платформенным областям континентов. Такими породами могут оказаться гипербазиты о. Сан-Паулу, расположенного в пределах Срединно-Атлантического хребта, в 1200 км к западу от впадины Романш. Это предположение основано на существовании здесь определенной ассоциации горных пород, свойственной базальтоидно-ультраосновным комплексам и карбонатитам, что отмечалось нами ранее <sup>(5)</sup>.

Поступило  
23 VI 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ю. А. Богданов, В. В. Плошко, ДАН, 177, № 4 (1967). <sup>2</sup> А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962). <sup>3</sup> Ю. А. Кузнецов, Главные типы магматических формаций, 1964. <sup>4</sup> В. В. Плошко, Ю. А. Богданов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 12 (1968). <sup>5</sup> В. В. Плошко, Ю. А. Богданов и др., Океанология, 9, в. 5 (1969). <sup>6</sup> В. В. Плошко, Ю. А. Богданов, Д. Н. Князева, ДАН, 192, № 3 (1970).