

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 (¹). 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 (⁴, ⁵). 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 (⁴), 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 диамометаморфическим 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 аллотроморфнозернистой 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°). 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° , $CN_g = 15-25^\circ$, и актинолитом ($2V = -82^\circ$, $CN_g = 17^\circ$). Лейкократовая часть описываемых норитов представлена лабрадор-битовинитом № 70—80 с $2V$ от -65 до -85° . 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 порфировая структура с поликристаллической, иногда микропанидоморфнозернистой структурой основной массы). Вкрапленники, помимо плагиоклаза (лабрадора), представлены ромбическим ($2V$ от -75 до -80°) 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 ₂ | 43,82 | 43,42 | 45,35 | 46,24 | 42,23 | 45,61 | 49,39 | 51,75 | 47,28 |
| TiO ₂ | 0,10 | 1,07 | 0,22 | 0,40 | 0,67 | 0,08 | 1,41 | 0,49 | 3,40 |
| Al ₂ O ₃ | 3,32 | 4,57 | 4,73 | 8,71 | 9,99 | 18,94 | 12,96 | 16,83 | 13,72 |
| Cr ₂ O ₃ | — | 0,20 | 0,56 | — | 0,19 | 0,18 | 0,04 | 0,01 | — |
| Fe ₂ O ₃ | 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 ₂ O | 0,30 | 0,98 | 0,52 | 0,82 | 1,83 | 3,14 | 2,76 | 3,39 | 2,60 |
| K ₂ O | 0,10 | 0,16 | 0,08 | Не обн. | 0,15 | 0,18 | 0,05 | 0,14 | 0,22 |
| P ₂ O ₅ | 0,05 | — | — | 0,09 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,09 |
| V ₂ O ₅ | — | 0,04 | 0,03 | — | 0,05 | 0,03 | 0,08 | 0,04 | — |
| CO ₂ | — | 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 ₂ O ⁻ | 2,19 | 0,29 | 1,29 | 1,79 | 2,68 | 2,37 | 0,32 | 0,03 | 1,01 |
| H ₂ O ⁺ | | 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) ₂ | — | 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 — амфиболизированный 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 (10⁻³ %) *

| 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 ⁽⁵⁾, в габброидах Романша С1 содержится в повышенном, а Мп — в пониженном количестве по сравнению с кларками ⁽²⁾. 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 ⁽²⁾. Величины отношений $Cr : Ni : Co$ 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 ⁽⁵⁾.

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 ⁽³⁾, 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 ⁽³⁾, 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 ⁽³⁾ 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 ⁽⁵⁾.

Поступило
23 VI 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

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