

Член-корреспондент АН СССР П. Л. БЕЗРУКОВ, Г. Л. КАШИНЦЕВ

УЛЬТРАОСНОВНЫЕ И ОСНОВНЫЕ ПОРОДЫ ЗАПАДНО-АВСТРАЛИЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН)

Ультраосновные породы и сопутствующие им габброиды являются составными частями океанической коры. Они присутствуют в третьем ее слое, а ультрабазиты слагают верхнюю мантию. В свете современных представлений о связи офиолитовой ассоциации складчатых зон с древней океанической корой (¹⁰) изучение ультрабазит-габбрового комплекса океанов — одна из актуальных задач геологии.

До настоящего времени выходы рассматриваемого комплекса пород были обнаружены в двух типах структур дна океанов: 1) в срединно-океанических хребтах и осложняющих эти хребты трансформных разломах; 2) в глубоководных желобах, примыкающих к островным дугам. Поэтому значительный интерес представляет находка их за пределами этих структур, на дне Западно-Австралийской котловины Индийского океана.

Ультрабазиты и габброиды были драгированы в 54-м рейсе «Витязя» (¹) в северной части котловины, в крупном разломе северо-северо-восточного простирания (¹¹) (ст. 6753, глубина 4500 м, 14°22'1" ю.ш., 98°31' в.д.). Полученный материал представлен угловатыми или слабоокатанными обломками размером до 10 см. Среди ультрабазитов преобладают серпентинизированные гарцбургиты ($Sp > 50\%$); наряду с ними встречены лерцолиты и оливиновые пироксениты.

Гарцбургиты состоят из оливина (60—70% с учетом серпентина), орто- и клинопироксена (25—30 и 5—10%), хромшпинелида (1—2%). Реликтовые зерна серпентинизированного оливина имеют темно-бурый цвет за счет насыщенности их гидроокислами железа. В центральных частях они замещены либо мелкочешуйчатым агрегатом идингсита, либо кварцем. Ортопироксен образует неправильной формы зерна, часто с включениями клинопироксена в виде ламелл. По оптическим константам он относится к энстатит-бронзиту ($2V=80-88^\circ$, $C:N_g=3-5^\circ$, $N_g-N_p=0,009$). Клинопироксен — зональный авгит ($2V=44-52^\circ$, $C:N_g=42-44^\circ$). Центральные части зерен имеют тонкопластинчатое строение; по краям отдельные зерна теряют эту структуру и переходят в обычный авгит. Кроме того, встречаются участки ксеноморфных очертаний, напоминающие аналогичные выделения пироксенов, сложенные мелкочешуйчатым агрегатом серпентина. В отдельных обломках пород наблюдаются следы катаклаза, выраженные в мозаичном угасании зерен пироксена и расщеплении оливниновой массы.

Химические и нормативные составы ультраосновных пород со ст. 6573 приведены в табл. 1. По величине b и M/F (⁹) точки химических анализов рассматриваемых пород располагаются в поле перидотитов, на границе полей каменных метеоритов и ультрафербазитов (см. рис. 1). По химическому составу породы отличаются от «альпинотипных» гипербазитов складчатых поясов континентов и срединно-океанических хребтов более высоким содержанием железа и щелочей (см. табл. 2). Аналогичные содержания Fe в ультраосновных породах свойственны габбро-пироксенит-дунитовой и дунит-верлитовой ассоциациям (⁴, ⁶), а также пикритам и меймечитам (¹³, ²).

Таблица 1

Состав (%) гипербазитов, габброидов и базальтов Западно-Австралийской котловины (ст. 6753) *

	Гипербазиты			Габброиды				Базальты	
	1 (№ 1/1)	2 (№ 1/1)	3 (№ 1/1)	4 (№ 1/6)	5 (№ 1/6)	6 (№ 1/6)	7 (№ 1/7)	8 (№ 1/4)	9 (№ 1/11)
SiO ₂	35,80	34,37	36,46	46,72	50,80	50,16	47,30	50,32	50,74
TiO ₂	0,09	0,09	0,09	0,09	3,75	2,24	5,25	1,06	0,96
Al ₂ O ₃	2,53	3,92	3,54	17,92	14,00	16,98	13,27	16,13	17,83
Fe ₂ O ₃	14,75	16,80	14,10	2,96	2,12	2,18	3,70	5,43	3,98
FeO	0,80	1,08	0,40	1,08	6,15	5,74	7,32	2,16	2,74
ΣFeO	13,36	16,20	13,09	3,74	8,06	7,70	10,65	7,05	6,32
MnO	0,54	0,15	0,23	0,09	0,10	0,09	0,24	0,14	0,10
MgO	27,24	24,04	26,45	12,70	7,72	8,08	6,13	5,88	4,72
CaO	1,57	2,70	2,92	8,18	7,85	7,88	9,28	9,24	9,57
Na ₂ O	0,92	0,98	0,86	2,00	3,93	3,58	3,61	3,60	3,90
K ₂ O	0,20	0,22	0,22	0,72	0,55	0,50	0,71	1,30	1,31
H ₂ O	15,40	14,91	14,27	6,98	2,56	2,08	2,48	4,05	4,06
P ₂ O ₅	0,24	0,20	0,13	0,05	0,16	0,03	0,17	0,30	0,29
Σ	100,08	99,56	99,67	99,49	99,71	99,54	99,56	99,61	100,20
Ol	60,80	57,90	53,85	15,58	—	4,06	—	2,56	—
Hy	27,16	23,58	27,80	15,46	15,49	15,62	7,11	7,72	5,42
Di	12,04	18,52	18,35	1,98	15,24	8,20	21,31	16,14	14,13
Pl	—	—	—	58,79	55,28	62,12	52,39	62,12	68,08
Mgt	—	—	—	—	3,01	3,24	5,33	3,94	5,79
Il	—	—	—	0,15	7,13	4,25	10,02	2,12	1,82
Ap	—	—	—	—	0,34	—	0,34	0,67	0,67
Q	—	—	—	—	0,54	—	0,24	—	0,12
2c	3,4	5,2	4,5	—	—	—	—	—	—
b	57,6	56,2	55,9	—	—	—	—	—	—
M/F	3,1	2,5	3,4	—	—	—	—	—	—

* Анализы выполнены в Центральной лаборатории прикладной геохимии (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов). Аналитики Т. Г. Пронкина, Р. А. Пчельникова. Цифры в скобках — номера образцов.

Таблица 2

Средние составы (%) гипербазитов различных регионов и расчетные модели вещества верхней мантии *

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
SiO ₂	42,00	46,00	44,76	42,54	40,76	40,67	45,76	46,12	44,90	43,90	43,06
TiO ₂	0,10	0,13	0,28	1,20	1,81	1,48	0,26	0,04	0,05	0,17	0,58
Al ₂ O ₃	3,94	3,04	4,54	9,52	2,89	2,68	3,47	2,00	1,98	4,10	3,99
Fe ₂ O ₃	17,97	—	5,52	7,63	6,15	6,30	5,24	7,57	5,28	1,10	1,66
FeO	0,89	—	8,63	8,08	8,51	6,83	2,81	2,27	3,21	7,90	6,66
FeO+Fe ₂ O ₃	17,06	17,45	13,60	14,95	14,05	12,50	9,96	9,08	7,96	8,90	8,15
MnO	0,36	0,31	0,03	0,07	0,20	0,14	0,26	0,13	0,11	0,10	0,13
MgO	30,60	28,60	33,32	27,32	31,36	36,69	39,04	40,80	43,07	37,90	39,32
CaO	2,82	2,28	2,21	3,57	7,12	4,18	2,90	0,81	0,47	3,20	2,65
Na ₂ O	1,01	1,21	0,36	0,46	0,33	0,21	0,21	0,22	0,18	0,52	0,61
K ₂ O	0,24	0,21	0,04	0,23	0,33	0,21	0,05	0,02	0,05	0,17	0,22
P ₂ O ₅	0,22	0,23	0,09	0,39	—	—	—	0,02	—	0,01	0,08
Cr ₂ O ₃	—	0,50	0,22	—	0,33	0,40	—	—	—	0,48	0,42
M/F	3,1	2,9	4,3	3,2	3,9	5,2	7,0	8,0	9,6	7,6	8,5
2c	4,2	3,5	4,6	10,4	3,1	3,0	3,5	2,1	2,1	4,5	4,3
b	57,1	54,3	54,9	48,9	58,9	60,1	56,8	58,4	61,1	53,1	57,9

* Анализы пересчитаны на безводный остаток. I — гипербазит, ст. 6753 (Западно-Австралийская котловина); II — хондрит типа L (силикатная часть) ⁽⁸⁾; III — апольерцолитовый серпентинит, Улсовская интрузия, Вишерско-Сарановский пояс Урала ⁽¹³⁾; IV — метакристовый порфирит (там же); V — перидотит Гулинской интрузии ⁽²⁾; VI — меймечит (там же); VII — перидотит Индийского океана ⁽⁵⁾; VIII — серпентинит Срединно-Атлантического хребта ⁽¹⁵⁾; IX — перидотит Урала ⁽⁷⁾; X — расчетный состав вещества верхней мантии по С. Ф. Соболеву ⁽¹²⁾; XI — пиролит по А. Е. Рингвуду ⁽¹¹⁾.

Но породы этих ассоциаций отличаются либо несколько иным минеральным составом (преимущественно оливиниты и пироксениты), либо низкими содержаниями щелочей при значительно более высоких значениях CaO и TiO_2 . Следует также отметить существенную разницу в содержаниях щелочей и соотношениях железа и магния в гипербазитах ст. 6753 и теоретических моделях вещества верхней мантии (11, 12). Наиболее близки по химическому составу ультрабазиты Западно-Австралийской котловины к каменным метеоритам (табл. 2, II) (8). Рассматриваемые перидотиты отличаются лишь несколькими пониженными значениями SiO_2 . Принимая во внимание экспериментальные данные по каменным метеоритам (3), согласно которым из них может выплавиться до 7% SiO_2 , можно предположить, что обнаруженные на ложе Индийского океана ультраосновные породы представляют собой слабодифференцированное вещество верхней мантии, соответствующее по составу каменным метеоритам (3). В процессе первичной дифференциации из него был удален лишь свободный кремнезем и железо-никелевый компонент.

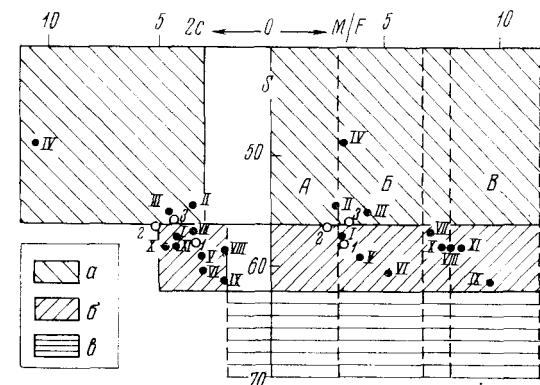


Рис. 1. Диаграмма химического состава ультраосновных пород различных регионов (по методу Н. Д. Соболева). *a* — пироксениты, *b* — перидотиты, *c* — дуниты; *A* — поле каменных метеоритов, *B* — ультрафербазитов, *C* — гипермагбазитов. Арабскими цифрами отмечены точки анализов пород по данным табл. 1, римскими — по данным табл. 2

Кроме ультрабазитов в зоне разлома на ст. 6753 встречаются тректолиты, габбро-нориты, амфиболовое габбро. Отдельные обломки последнего имеют следы катаклаза. В табл. 1 приводятся три химических анализа габброидов, поднятых драгой совместно с ультрабазитами. По минеральному и химическому составу, а также по своей структуре породы близки базитовому комплексу, входящему в состав офиолитовой ассоциации, широко развитой как на континентах, так и в океане.

Изученный комплекс глубинных пород ассоциирует с щелочными, высокоглиноземистыми базальтами (табл. 1), что отличает его от аналогичного комплекса в срединно-океанических хребтах, где ультрабазиты и габброиды встречаются совместно с низкокальциевыми обычными, реже высокоглиноземистыми толитами. Хотя взаимоотношения пород *in situ* по результатам драгировки установить трудно, самый факт совместного их нахождения в одной пробе позволяет предполагать, что комплекс пород — самостоятельный тип офиолитовой ассоциации.

Метаморфические породы, драгированные в том же месте, представлены почти нацело хлоритизированными пироксенитами, возможно предварительно претерпевшими стадию амфиболитизации (реликты амфиболовой спайности среди хлоритового агрегата). Кроме них, здесь встречены слабо-метаморфизованные брекчи, состоящие из обломков габбро-долеритов с титанавитом, базальтов, ультраосновных пород и слагающих их минералов, сцементированных раскристаллизованной, с образованием мелкочешуйчатого агрегата гидробиотита глиной.

Таким образом, в Западно-Австралийской котловине в зоне разлома драгированы ультраосновные породы, по химическому составу наиболее близкие к каменным метеоритам. В отличие от ультрабазитов срединно-океанических хребтов, они ассоциируют с высокоглиноземистыми щелочными базальтами. Генетически рассмотренные ультрабазиты представляют

с собой производную слабо дифференцированного вещества верхней мантии, поступающего со значительно больших глубин, чем это имеет место в средних хребтах.

Институт океанологии
им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
20 V 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. Л. Безруков, Океанология, т. 13, в. 5, 921 (1973). ² Ю. Р. Васильев, В кн. Петрология ультраосновных пород, «Наука», 1972. ³ А. П. Виноградов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 10, 20 (1959). ⁴ О. А. Воробьева, Н. В. Самойлова, Е. В. Свешникова, Тр. ИГЕМ, в. 65 (1962). ⁵ Л. В. Дмитриев, Сборн. Исследования по проблеме рифтовых зон Мирового океана, т. 1, «Наука», 1972. ⁶ С. С. Зимин, Парагенезисы офиолитов и верхняя мантия, «Наука», 1973. ⁷ И. А. Малахов, Тр. Инст. геологии УФАН СССР, в. 79, Свердловск (1966). ⁸ Б. Мейсон, Метеориты, М., 1965. ⁹ Методические указания по пересчету химических анализов ультраосновных пород, М., 1969. ¹⁰ А. В. Пейве, Геотектоника, № 4 (1969). ¹¹ А. Е. Рингвуд, И. Д. Мак-Грегор, Ф. Р. Бойд, Сборн. Петрология верхней мантии, «Мир», 1968, стр. 273. ¹² С. Ф. Соболев, Матер. IV Всес. петрогр. совещ., Баку, 1969, стр. 443. ¹³ Н. П. Старков, Сборн. Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала, т. II, Свердловск, 1969, стр. 56. ¹⁴ В. С. Heezen, M. Tharp, Physiographic Diagram of the Indian Ocean, the Red Sea, the South China Sea, the Sulu Sea and the Celebes Sea, Geol. Soc. Am., Washington, 1964. ¹⁵ A. Miyashiro, F. Shido, M. Ewing, Contr. Mineral. and Petrol., v. 23, 117 (1969).