

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЮЖНО-ИКЭНСКОГО РАССЛОЕННОГО ПОКРОВА БАЗАЛЬТОВ (СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА)

А.Я. Шевко, М.П. Гора, А.А. Лапковский

Институт геологии и минералогии СО РАН (ИГМ СО РАН), Новосибирск,
e-mail: sp@uiggm.nsc.ru

Расслоенные покровы базальтов с дендритовидными мегакристаллами оливина, клинопироксена или плагиоклаза среди эффузивных траппов Сибирской платформы представляют собой уникальные геологические образования. Известно всего несколько таких покровов: Микчандинский [Додин, Голубков, 1971], Кета-Ирбинский, Глубокоозерский (г.Сундук) [Кавардин, 1988], Южно-Икэнский [Шевко, Гора, 2008]. В геологической литературе достаточно хорошо охарактеризованы состав и строение покровов г. Сундук и Микчандинского [Рябов и др., 2000]. Южно-Икэнский расслоенный покров изучен слабо и данных о его составе нет. В данной публикации мы хотим восполнить этот пробел и охарактеризовать особенности минералогического состава слагающих его пород.

Южно-Икэнский покров располагается в бассейне одноименной реки и стратиграфически приурочен к верхней части туклонской свиты [Шевко, Гора, 2008]. Покров имеет мощность порядка 35-40 м и по фрагментарным коренным выходам прослежен нами на расстоянии 700 м. К краевым частям покрова его мощность уменьшается и, судя по отсутствию его проявлений в обнажениях, покров выклинивается.

В кровле и подошве покрова залегают оливинофировые базальты. Это серые массивные мелкозернистые породы с микропорфировыми выделениями оливина и призматическизернистой структурой основной массы, сложенной плагиоклазом, клинопироксеном и ильменитом. Идиоморфные кристаллы оливина, как правило, нацело замещены, их размеры достигают 0,6-0,7 мм, а содержание - около 5-7 % объема породы. Видимая мощность оливинофировых базальтов составляет 7-9 м, контакты задернованы.

Средняя часть покрова имеет полосчатое строение. Мощность этой зоны составляет от 15 до 20 м. Полосчатость определяется переслаиванием оливинофировых базальтов и горизонтов с дендритами клинопироксена. Некоторые особенности взаимоотношений этих горизонтов можно видеть на фотографиях шлифованных шлифов (рис. 1). Границы слоев довольно резкие, отчетливые, без следов закалки. Южно-Икэнский покров имеет плохую обнаженность, и его строение было реконструировано по фрагментарным коренным обнажениям. В связи с этим не удалось подсчитать сколько горизонтов с дендритами клинопироксена содержит расслоенная часть покрова. Максимальное их количество, встреченное в одном обнажении, равнялось трем. Мощность их снизу вверх составляет, соответственно, 6, 10 и 18 см. Наблюдаемые взаимоотношения и мощности горизонтов разного состава и текстурного облика позволяют предполагать, что истинное их количество превышает эту цифру.

Горизонты с дендритовидными кристаллами клинопироксена имеют мощность от 1 до 28 см. Дендриты клинопироксена ориентированы снизу вверх перпендикулярно границе слоев. В маломощных слоях это, как правило, серия призматических кристаллов, веерообразно растущих вверх, а в более мощных слоях перистые кристаллы клинопироксена нарастают друг на друга, ветвятся и формируют древовидные образования. Состав дендритовых кристаллов выдержанный и мало меняется от начала дендрита к его окончанию и от слоя к слою, он отвечает авгиту $Wo_{36-40}En_{49-52}Fs_{10-11}$. Затравками, с которых начинается рост мегакристаллов клинопироксена, является оливин. Мелкозернистая основная масса между дендритами сложена лейстами плагиоклаза $Ab_{20-35}Or_{1-2}An_{64-79}$, мелкими зернами клинопироксена (авгита $Wo_{37-44}En_{45-51}Fs_{10-13}$ и пижонита $Wo_8En_6Fs_{26}$) и призматическими кристаллами ильменита с содержанием MgO 2,4-4,1 мас.%, иногда отмечаются единичные кристаллы оливина и зерна пирита. В некоторых случаях в основной массе между дендритами проявлена полосчатость и трахитоидность по плагиоклазу. При этом наблюдается подгибание вверх полос и лейст плагиоклаза так, будто они раздвигаются растущими вверх дендритами. Ассоциация минералов, слагающих один из таких горизонтов мощностью 18 см, приведена в таблице 1.

Оливинофировые базальты, которые вмещают горизонты с дендритами в средней расслоенной части покрова, имеют мощность от 4 см до 1-3 м и содержат переменное

количество оливина и сферокристаллов клинопироксена, что определяет разнообразный текстурный и структурный облик пород (см. рис.1). Содержание порфириковых выделений

Таблица 1. Состав минералов из дендритового горизонта.

	Клинопироксен					Плагиоклаз			Ильменит		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	54,17	54,11	53,07	52,26	53,05	47,93	49,54	49,90	-	-	-
TiO ₂	0,80	0,27	0,40	0,36	0,29	-	-	-	51,82	45,65	46,24
Al ₂ O ₃	-	1,45	2,30	2,19	1,67	32,50	31,37	31,20	0,04	0,07	0,08
FeO	16,18	6,55	6,57	6,14	6,38	0,61	0,62	0,66	43,75	48,92	47,46
MnO	0,40	0,18	0,17	0,16	0,17	0,00	0,00	0,00	0,37	0,43	0,44
MgO	24,01	18,11	17,43	17,36	17,99	0,07	0,10	0,07	3,19	2,43	2,75
NiO	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,02	0,01
CaO	3,83	19,01	18,71	19,36	19,05	15,94	14,62	14,33	-	-	-
BaO	-	-	-	-	-	0,01	0,00	0,01	-	-	-
Na ₂ O	-	0,16	0,20	0,20	0,18	2,22	2,93	3,17	-	-	-
K ₂ O	-	0,02	0,02	0,02	0,03	0,13	0,17	0,24	-	-	-
Cr ₂ O ₃	0,06	0,52	0,71	0,74	0,51	-	-	-	0,15	0,12	0,14
V ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46	0,44	0,47
Сумма	99,46	100,39	99,57	98,78	99,32	99,41	99,35	99,58	99,82	98,08	97,59
Wo	8	38	39	40	39						
En	67	51	50	50	51						
Fs	26	11	11	10	10						
Ab						20	26	28			
Ort						1	1	1			
An						79	73	70			

Примечание. Анализы выполнены в ИГМ СО РАН на микроанализаторе Camebax-Micro, аналитик О.С. Хмельникова. - элемент не анализировался, 1 – зерно в основной массе, 2, 3 – дендрит; 4, 5 – мелкие зерна между дендритами; 6 – мелкая лейста, включенная в дендритовый кристалл; 7, 8 – лейсты между дендритами; 9-11 – призматические кристаллы в основной массе. 3, 5-7, 9 – нижняя часть горизонта; 1, 2, 4, 8, 10, 11 – средняя часть.

оливина может варьировать в очень широких пределах – от 1-2 до 10-15%, а в отдельных случаях до 30-40% с образованием маломощных горизонтов пикритовых базальтов. Состав оливина изменяется внутри слоя и от горизонта к горизонту незначительно – Fo₆₈₋₇₅. Крупные (2-3 мм) порфириковые выделения оливина содержат включения кристаллов хромшпинелида, имеющего следующий состав (в мас.%): TiO₂ 1,9-2,7; Al₂O₃ 16,4-20; FeO 34,5-38,5; MnO 0,15-0,21; MgO 5,5-6,4; NiO 0,04-0,09; Cr₂O₃ 30,7-35,8; V₂O₅ 1,2-1,5. Кристаллы оливина и их скопления часто обрастают перистыми кристаллами клинопироксена с образованием сферокристаллов. Размер сферокристаллов изменяется от первых миллиметров до 3-4 см, а их количество в породе может варьировать от единичных до агрегата из слипшихся между собой сферокристаллов. Кристаллы клинопироксена, участвующие в формировании сферокристаллов, представлены авгитом и по составу (Wo₃₈En₅₁Fs₁₁) идентичны минералу из дендритовых горизонтов. Часто можно наблюдать в одном горизонте оливинофириковых базальтов постепенные переходы между слоями, обогащенными пироксеновыми сферокристаллами и практически лишенными таковых, либо чередование слоев с крупными (до 3-4 см) и мелкими (от 0,5 до 1-2 см) сферокристаллами. В некоторых случаях наблюдается постепенное увеличение диаметра сферокристаллов снизу вверх в одном горизонте от 0,5 до 3 см. Основная масса оливинофириковых базальтов имеет долеритовую и пойкилоофитовую структуру. Пироксен встречается не только в виде ойкокристаллов, но и в виде призматических кристаллов и мелких зерен в основной массе. Состав всех структурных разновидностей клинопироксена укладывается в узкий диапазон Wo₃₇₋₄₁En₄₉₋₅₃Fs₁₀₋₁₁. Помимо авгита, в основной массе оливинофириковых базальтов в виде небольших призматических зерен присутствует пижонит Wo₇₋₁₀En₆₇₋₇₀Fs₂₂₋₂₅. Плагиоклаз образует крупные зональные кристаллы и мелкие

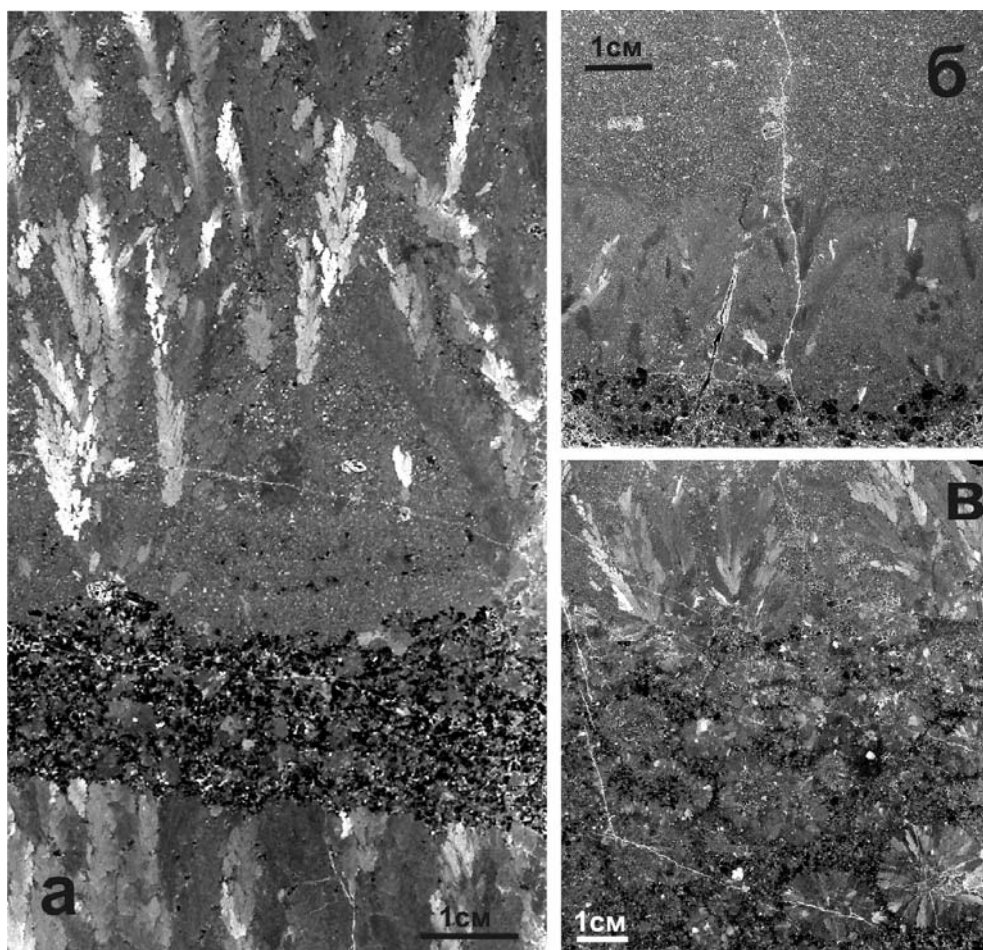


Рис. 1. Характер взаимоотношений базальтов в расслоенной части Южно-Икэнского покрова. а – прослой оливинофирового базальта с мелким сферокристаллами клинопироксена между двумя дендритовыми горизонтами; б – горизонт дендритов в оливинофировом базальте с различным содержанием оливина сверху (< 5% оливина) и снизу (35% оливина); в – оливинофировый базальт с крупными сферокристаллами клинопироксена в основании дендритового прослоя.

лейсты и представлен битовнит-лабрадором $Ab_{18-36}Or_{1-2}An_{62-81}$. При этом наиболее основной плагиоклаз проанализирован в центре крупных таблитчатых кристаллов. Акцессорные минералы представлены призматическими и игольчатыми кристаллами ильменита, в котором содержится от 2,8 до 6 мас.% MgO. Кроме того, встречаются мелкие выделения пирита и халькопирита. В таблице 2 представлена ассоциация минералов в одном из горизонтов оливинофировых базальтов со сферолитами клинопироксена мощностью 16 см.

Микронзондовое определение состава минералов показало сходный состав всех породообразующих минералов и особенностей его изменения в ходе кристаллизации и в горизонтах оливинофировых базальтов, и в слоях с дендритами клинопироксена, что свидетельствует о едином исходном расплаве. Петрографическое изучение взаимоотношений породообразующих минералов в базальтах Южно-Икэнского покрова позволяет считать, что порядок выделения минералов в базальтах был следующим: хромит – оливин – плагиоклаз – сферокристаллы и дендритовидные кристаллы клинопироксена – авгит и пижонит основной массы – ильменит. Хромит и фенокристаллы оливина образовались в магматическом очаге. На поверхность изливался уже расслоенный расплав с чередованием слоев, в различной степени обогащенных оливином и слоев, где оливин практически отсутствует, о чем свидетельствуют резкие границы между слоями без закалочных структур. Расслоение произошло, по всей видимости, в ходе подъема расплава на дневную поверхность. Рост пироксеновых сферолитов в оливинофировых базальтах идет вокруг кристаллов оливина. В дендритовых горизонтах кристаллизация клинопироксена также начинается на затравках оливина из подстилающих горизонтов оливинофировых базальтов.

Таблица 2. Состав минералов из оливинофирового базальта со сферолитами клинопироксена.

	Оливин			Клинопироксен					Плагиоклаз			Хромит		Илм	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	38,40	38,10	38,01	54,85	53,04	52,64	52,81	52,82	53,45	49,07	52,70	50,91	-	-	-
TiO ₂	0,03	0,03	0,09	0,26	0,32	0,34	0,36	0,31	0,25	-	-	-	2,48	2,70	53,34
Al ₂ O ₃	-	-	-	0,69	1,79	1,98	2,21	1,71	1,58	31,56	29,34	30,26	16,35	17,97	0,00
FeO	22,54	24,55	23,53	13,87	6,66	6,64	6,35	6,58	6,13	0,48	0,63	0,51	38,14	38,48	40,90
MnO	0,31	0,33	0,34	0,35	0,17	0,19	0,17	0,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,20	0,19	0,43
MgO	38,29	36,89	37,12	25,54	17,82	17,72	17,51	17,80	18,41	0,09	0,11	0,07	5,78	6,10	4,90
NiO	0,05	0,06	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,04	0,07
CaO	0,30	0,26	0,28	4,07	18,69	18,71	18,83	18,88	18,87	15,03	12,59	13,60	-	-	-
BaO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,01	0,03	-	-	-
Na ₂ O	-	-	-	0,05	0,18	0,18	0,20	0,16	0,17	2,76	4,11	3,53	-	-	-
K ₂ O	-	-	-	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,16	0,33	0,28	-	-	-
Cr ₂ O ₃	0,01	0,02	0,03	0,06	0,50	0,55	0,66	0,47	0,49	-	-	-	32,71	30,99	0,13
V ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	1,44	0,40
Сумма	99,92	100,25	99,45	99,77	99,20	98,98	99,11	98,95	99,56	99,16	99,81	99,19	97,08	97,91	100,18
Fo	75	73	74												
Fa	25	27	26												
Wo				8	38	38	39	39	38						
En				70	51	51	50	51	52						
Fs				22	11	11	11	11	10						
Ab										25	36	31			
Ort										1	2	2			
An										74	62	67			

Примечание. 1-2 – центр и край крупного кристалла; 3 – кристалл с включением хромшпинелида (13, 14); 4 – небольшое зерно в основной массе; 5-7 – дендритовый кристалл из «короны» вокруг оливина, основание – средняя часть – окончание; 8 – ойкокристалл; 9 – крупный призматический кристалл; 10-11 – центр и край крупной лейсты; 12 – мелкая лейста в дендрите пироксена (5-7); 13-14 – центр и край кристалла; 15 – призматический кристалл. 1-8, 12-15 – нижняя часть горизонта; 9-11 – верхняя часть.

После формирования контактовых зон, представленных оливинофировыми базальтами с призматическизернистой структурой основной массы, началась кристаллизация средней, расслоенной части покрова. При этом формирование сферокристаллов и дендритовидных кристаллов клинопироксена определялось условиями кристаллизации расплава. Для этого необходимы определенные соотношения скорости охлаждения расплава и изменения градиента температуры на фронте кристаллизации. Такие условия возникают, когда градиент температуры охлаждаемого расплава меньше градиента температуры ликвидуса и перед фронтом кристаллизации формируется область концентрационного переохлаждения [Черепанов, Шарапов, 1992].

Список литературы

- Додин Д.А., Голубков В.С.** О дифференцированном покрове базальтов на северо-западе Сибирской платформы (Норильский район) // Докл. АН СССР, 1971. Т. 198. №2. С.403-407.
- Кавардин Г. И.** Коматиитовые лавы Имангдинского никеленосного района // Геохимия и минералогия рудных формаций Норильского региона. Ленинград, Наука, 1988. С. 83-87.
- Рябов В.В., Шевко А.Я., Гора М.П.** Магматические образования Норильского района. Т.1. Петрология траппов. Новосибирск, Изд-во Нонпарель, 2000. 408 с.
- Черепанов А.Н., Шарапов В.Н.** К термодинамике кристаллизационной зональности в магматических телах // Докл. АН СССР, 1992. Т. 326. № 6. С. 1022-1025.
- Шевко А.Я. Гора М.П.** Особенности распространения и состава дифференцированных покровов высокомагнезиальных базальтов северо-запада Сибирской платформы // Петрология литосферы и происхождение алмаза: Тез. докл. Междунар. симпозиума, посвящ. 100-летию со дня рождения акад. В.С. Соболева, Новосибирск, 5-7 июня 2008 г. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 114.