

ОЛИВИНОВЫЕ РОГОВИКИ НА Р. КАНТЕГИР (Западный Саян)

М. И. ЮДИН

(Представлено научным семинаром кафедры петрографии, минералогии и полезных ископаемых)

Летом 1957 года в долине р. Кантегир (левый приток Енисея) в зоне контакта серпентинитов с прорывающей их интрузией гранитоидов автором были обнаружены почти мономинеральные оливиновые роговики. Ниже приводится краткое петрографическое описание последних и высказываются соображения о их происхождении.

Макроскопически упомянутые роговики представляются тонкозернистыми светло- или темно-серыми. Местами светло-серые и темно-серые разности их переслаиваются между собою, образуя типичные полосчатые текстуры с шириной полос от 2—3 см до 5—7 см. Простира-

ние полосчатости в этом случае совпадает с простираем расщепления в серпентинитах и направлением контакта их с гранитоидами (рис. 1). Полосчатость в роговиках особенно хорошо проявляется на поверхности, отпрепарированной течением реки. Границы полос местами кажутся настолько резкими и прямолинейными, что текстура их представляется ленточной (рис. 2). Однако столь же часто между полосками наблюдаются постепенные переходы; полосы в этом случае обычно выклиниваются, приобретая форму различных по протяженности линз. Как показывает микроскоп, светлые и темные полосы полосчатых роговиков соответственно тождественны по минералогическому составу светло-серым и темно-серым оливиновым роговикам. Светлая и более темная окраска в том и в другом случае объясняется соответственно меньшим и большим содержанием тонкой вкрапленности магнетита.

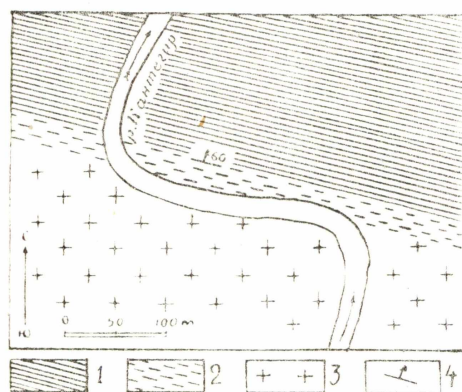


Рис. 1. Схема геологического строения участка долины р. Кантегир у Большого порога

1— расщепленные серпентиниты, 2— полосчатые роговики, 3— гранитоиды, 4— элементы залегания полосчатости.

рым оливиновым роговикам. Светлая и более темная окраска в том и в другом случае объясняется соответственно меньшим и большим содержанием тонкой вкрапленности магнетита.

Следует заметить, что, кроме полос указанного состава, в полосчатых роговиках, состоящих преимущественно из оливина, встречаются более редкие черные полосы шириною в 2—3 см. Они относительно крупно-

зернистые с размером зерен до 2 мм. Изометричная или слегка удлиненная форма зерен, поблескивающая спайность создают впечатление, что полосы эти сложены пироксеном. Однако изучение их под микроскопом показывает, что пироксен в них нацело замещен магнетитом и тремолитом, образующими по нему псевдоморфозы. Минералогический состав этих полос, как видно, уже не оливиновый. Главные минералы: тремолит — 50—70%, магнетит — 12—15%, тальк — 10—12%; примеси: оливин, хромшпинелиды, редко серпентин и хлорит.

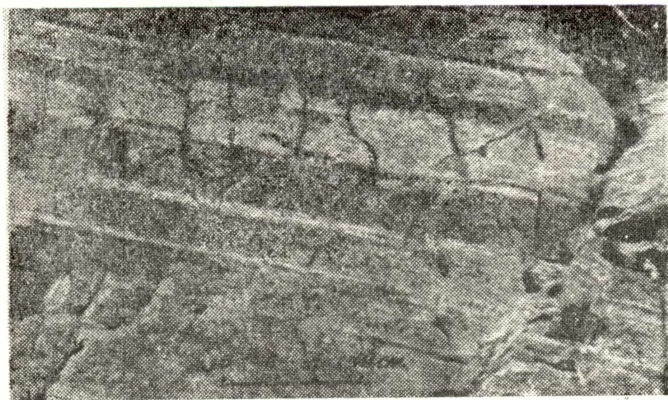


Рис. 2. Полосчатый оливиновый роговик.



Рис. 3. Реликтовая псевдоморфная микроструктура черных полосок.
Черное—магнетит, белое—тремолит и тальк, замесившие пироксен. Ник. одн., увел. 33.

Тремомлит и магнетит образуют реликтовую псевдоморфную структуру [3], особенности которой следующие. Железо, выделявшееся в процессе замещения пироксена, в главной массе своей оттеснялось к периферии зерен, где оно в виде пылевидных скоплений магнетита образовало сплошную черную кайму обычно с резкой наружной и очень расплывчатой и неровной внутренней границами. Остальная часть бывших зерен пироксена выполнялась существенно тремолитом, образующим то монокристаллы, то веерообразные агрегаты сильно вытянутых зерен, концы которых или упираются в магнетитовую кайму и в этом случае как бы ровно обрезаются (рис. 3), или выходят за ее пределы, и в этом случае форма зерен пироксена обычно плохо сохраняется.

Собственно оливиновые роговики, в том числе полосчатые, состоят на 70—80% из оливина и талька (10—15%). Постоянные примеси со-

ставляют тремолит, магнетит, серпентин; редко встречаются хлорит и диопсид. Микроструктура их гетеро-гранобластическая. Большая часть зерен оливина имеет размеры 0,02—0,05 мм и только немногие из них достигают 0,5—0,7 мм. Спорадически в шлифах встречаются участки, целиком сложенные зернами оливина размером 1—2 мм. Мелкие зерна оливина располагаются обычно кучно. Ввиду крайне малых размеров этих зерен, нередко меньше толщины шлифа, агрегаты их представляются в виде нагроможденных мелких «икринок». Размеры кучек, состоящих из оливиновых зерен, различны. Располагаясь на некотором расстоянии друг от друга и смыкаясь между собой, они образуют неправильные по форме промежутки, выполненные мельчайшими чешуйками талька, среди которых иногда удастся увидеть включения серпентина и очень редко хлорита. Характерной особенностью этих мелкозернистых участков представляется и то, что в них очень часто встречаются своеобразные оливиновые жилки, секущие как оливиновые агрегаты, так и участки, сложенные тальком. Длина этих жилок при ширине 0,04—0,08 мм достигает всего лишь 1—2 мм. В одних местах они имеют субпараллельное расположение, в других—никакой ориентировки их не наблюдается; иногда изгибаясь, они образуют петли, подобные тем, которые бываю образованы хризотилом в антигоритовом серпентините или оливине (рис. 4). Подобно тому, как в хризотиловых жилках по се-

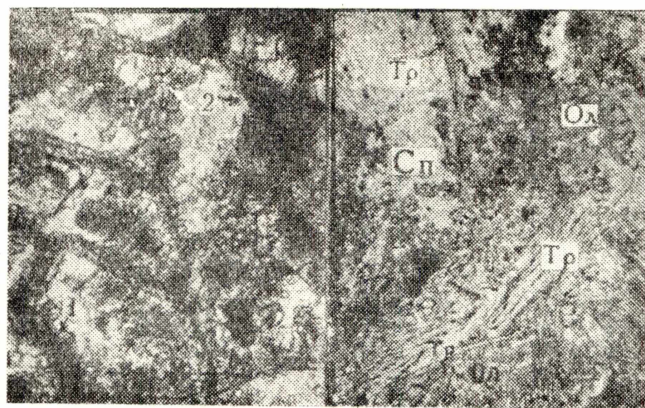


Рис. 4. А Б
Фрагменты микроструктуры оливиновых роговиков.

А—участок шлифа с переплетающимися оливиновыми жилками, белое — тальк, черное: 1—бурое пелитоморфное вещество внутри оливиновых жилок, 2—рудные зерна, ник. один, увел. 33. Б—участок шлифа, оливинового роговика, обогащенного тремолитом, Тр—тремолит, Сп—серпентин, Ол—оливин, ник. один, увел. 30.

редине проходит трещинка, на месте ее в описываемых оливиновых жилках всюду видна узкая буроватая полоска. Реже встречаются оливиновые жилки другого вида. Они более крупные, проходят через весь шлиф и сложены зернами оливина, занимающими, как правило, всю ширину жилки. Замеры угла оптических осей оливина жилок дают значения $+88^\circ$, что соответствует оливину с содержанием фаялитовой молекулы около 10% [4]. Здесь же хочется указать еще на одну, на наш взгляд, любопытную структурную особенность. Встречаются в шлифах участки породы, состоящие почти целиком из зерен оливина, которые в скрещенных николях в положении максимального просветления представляются довольно крупными (1—2 мм), а при повороте от

этого положения на небольшой угол ($10-15^\circ$) некоторые из этих зерен «распадаются» на агрегат мелких (около $0,1\text{ мм}$) зерен, имеющих близкую, но в то же время заметно различную оптическую ориентировку. Таким образом, обнаруживается, что одна группа соседних зерен имеет серую и близкие к ней интерференционные окраски, другая — зеленую и т. д. Мелкие зерна оливина группируются, как видно, в отдельные «гнезда». Есть основание усматривать в особенностях этой структуры явления перекристаллизации. Мелкие зерна, возникшие на ранней стадии термального метаморфизма, испытали перекристаллизацию в стадию метасоматоза, главным образом, под влиянием летучих, благоприятствующих образованию крупных зерен за счет мелких. Заметных различий в величине угла оптических осей оливина мелких и крупных зерен не обнаружено. Установлены лишь значительные колебания от $+74^\circ$ до $90\pm 1^\circ$ (здесь учитываются лишь замеры, сделанные по выходам двух оптических осей). Средняя величина угла оптических осей по двадцати замерам равна $+82^\circ$.

Серпентин типа антигорита составляет лишь редкую примесь. Мелкие чешуйки его слагают небольшие обособленные участки, зажатые между агрегатами оливиновых зерен, или между участками, сложенными тальком и оливином. Во всех случаях серпентиновые агрегаты имеют форму остатков серпентина, уцелевших от перекристаллизации его в тальк и оливин, причем некоторые из них в различных направлениях пронизаны тонкими иголочками тремолита.

Клинохлор встречается еще реже, чем серпентин. Его можно обнаружить в ассоциации с тальком или магнетитом. Вокруг зерен магнетита он часто образует сплошные оторочки шириной $0,1\text{ мм}$, сложенные из мелких веерообразно расположенных чешуек. В участках, сложенных тальком, он встречается в виде агрегатов, состоящих из 3—4 чешуек размером $0,2-0,3\text{ мм}$. Везде, где его приходилось наблюдать, он представляется бесцветным с характерными аномальными буровато-серыми или ржаво-бурными цветами интерференции. В двух шлифах в ассоциации с тальком были обнаружены мелкие зерна диопсида.

Тремолит распределяется неравномерно. Большая часть его содержится в оливиновых агрегатах по границе с тремолит-магнетитовыми полосками. Здесь он образует крупные удлиненные кристаллы с расщепленными занозистыми концами (рис. 4 б). Как в массивных, так и в полосчатых оливиновых роговиках часто можно видеть субпараллельные тремолитовые жилки шириною от $0,02$ до $0,05\text{ мм}$. Эти жилки не оставляют сомнения в том, что тремолит в главной массе своей образовался после оливина и талька, и одновременно с минералами черных полос — тремолитом и магнетитом, заместившими пироксен. Более мелкие и редкие иголочки тремолита часто можно видеть вне связи с жилками. Они находятся в тальк-оливиновых агрегатах. Некоторые из них видны в крупных зернах оливина и представляются в виде пойкилобластовых вростков.

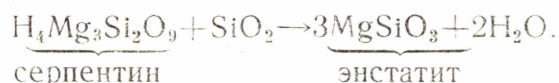
При просмотре шлифов в проходящем свете обращает на себя внимание наличие темно-бурых, иногда почти черных или желтовато-бурых стяжений. При больших увеличениях и сильном освещении отчетливо видно, что под ними просвечивает одно или реже несколько зерен оливина, и что состоят они из пылевидной сыпи рудного минерала и пелитоморфного вещества с буровато-желтой окраской. Некоторые из них, особенно те, которые образованы только рудной сыпью, обнаруживают признаки реликтовой псевдоморфной структуры, позволяющей предполагать возникновение их в результате замещения пироксена. Однако большая часть этих пятен имеет неправильную форму и нерезкие расплывчатые очертания. Встречаются зерна оливина (возможно, хондро-

дита), которые представляются почти сплошь покрытыми то буроватым, то желтоватым пелитоморфным веществом, лишь по периферии остается узкая бесцветная каемка. Минерал, таким образом, кажется окрашенным. Характерно, что в ряде этих зерен наблюдается явление, похожее на плеохроизм — окраска при вращении столика микроскопа то исчезает, или становится бледнее, то появляется, и минерал приобретает буроватую или оранжево-желтую окраску.

Геологическое положение описываемых пород, их структурные и текстурные особенности убеждают нас в том, что возникли они в условиях термального метаморфизма серпентинитов при активном участии постмагматических растворов. По генезису и минералогическому составу они, таким образом, близки к магнезиальным роговикам по Ф. Д. Тернеру [2]. Происхождение их в общих чертах представляется в следующем виде. В условиях общего прогресса серпентинитов в зоне контакта до верхнего предела устойчивости серпентина (500°C по Н. Боуэну и О. Таттлу) последний оказался неустойчивым и диссоциировал по схеме:



Возникающие, таким образом, нагретые до температуры, превышающей 500°, кремнистые растворы циркулировали по трещинам в рассланцеванных серпентинитах и, вступая с ними в химическое взаимодействие, приводили к образованию параллельной системы пироксеновых жил. Последние таким образом представляют собою «следы» уходящего кремнезема.



В тех участках породы, где отсутствовали открытые трещины, кремнезем оставался в поровом растворе, вследствие чего наряду с оливином образовывался тальк. Возможность образования энстатита в этих участках, по-видимому, ограничивалась избытком водяного пара, в условиях которого, по данным Н. Боуэна и О. Таттла [1], энстатит является неустойчивым. Состав порового раствора и физические условия на этой стадии метаморфизма были, очевидно, таковыми, что в состав пироксена и оливина входило некоторое количество железа.

Таким образом, на первой стадии метаморфизма, которая соответствует стадии роговиковой перекристаллизации за счет серпентина, возникали оливин, тальк и пироксен.

Ниже приводятся химические анализы полосчатого роговика.

Из анализов видно, что в оливином роговике (анализ 1) и в замещенных тремолитом и магнетитом пироксеновых полосках (анализ 2) суммарное содержание окисного и закисного железа примерно одинаково, но количественные соотношения этих окислов обратны: в оливиновом роговике преобладает закисное железо (5,13%), а в черной тремолит-магнетитовой полоске примерно столько же (5,93%) окисного железа. На основании этих анализов нетрудно, таким образом, видеть, что процесс метасоматического замещения пироксеновых полосок состоит в привносе кальция, окислении железа и образовании вследствие этого тремолита, полностью заместившим пироксеновые жилки или частично развившимся между последними в оливиновом роговике. Приведенные анализы фиксируют небольшие количества глинозема и щелочей, не присущих магматогенным гипербазитам и серпентинитам изученного нами района даже в этих небольших количествах. Из сопоставления анализов между собой видно, что в нацело замещенных пироксеновых по-

Таблица 1

Окислы	Анализ 1		Анализ 2	
	Вес., %	Молекулярные количества	Вес., %	Молекулярные количества
SiO ₂	42,90	714	48,30	804
TiO ₂	Нет	—	Нет	—
Al ₂ O ₃	1,70	34	2,63	50
Cr ₂ O ₃	0,20	—	0,50	—
Fe ₂ O ₃	2,85	35	5,96	75
FeO	5,13	71	1,61	22
NiO	0,40	—	Нет	—
MnO	0,10	1	0,03	—
MgO	40,60	1007	27,00	607
CaO	3,40	0,61	10,00	108
Щелочи	0,53	—	0,84	—
П. п. п.	2,20	—	3,28	—
H ₂ O	Нет	—	Нет	—
Сумма	100,01		100,15	

Анализ 1—серая полоска—оливиновый роговик; анализ 2—черная полоска—тремолит-магнетитовый агрегат, заместивший пироксеновые полоски. Анализы выполнены на кафедре технологии силикатов ТПИ.

лосках глинозем и щелочи содержатся в больших количествах, чем в частично подверженных метасоматозу оливиновых роговиках. В этом факте есть основания усматривать привнос наряду с кальцием небольших количеств щелочей и глинозема.

Смена минеральных ассоциаций в процессе замещения достаточно определенно указывает на поведение железа, которое, как в этом не трудно убедиться, при замещении пироксена тремолитом вело себя неподвижно. Поэтому, видим ли мы в зернах оливина в виде включений мелкие зерна магнетита или более тонкую магнетитовую «пыль» вплоть до появления буроватого пелитоморфного вещества, все это представляется возможным рассматривать, как результат форстеритизации оливина ранних генераций на более поздней стадии метасоматического процесса, в условиях которой относительно богатый железом оливин был неустойчив, а выделявшееся из него кристаллической решетки железо, замещенное эквивалентным количеством привнесенного магния, было химически инертно и мало, или почти неподвижно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Л. Боуэн и О. Ф. Таттл. Сборн. «Вопросы физико-химии в минералогии и петрографии», ИЛ, 1950.
2. Х. Вильямс, Ф. Д. Тернер, Ч. М. Гилберт. Петрография, ИЛ, 1957.
3. Б. М. Меренков. Реликто-псевдоморфные структуры ультраосновных пород и продуктов их изменения, Тр. ин. геол. рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии, вып. 17, изд. АН СССР, 1957.
4. A. Poldervaart. The Am. Mineral, 35, № 11, 12, 1950.