

О. В. АВЧЕНКО

**ОБ ИЗМЕНЕНИИ СОСТАВА ГРАНАТА ПРИ ГРАНИТИЗАЦИИ  
ЭКЛОГИТОПОДОБНЫХ СЛАНЦЕВ ОХОТСКОГО КОМПЛЕКСА**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 25 VII 1973)

В эклогитоподобных сланцах, впервые обнаруженных нами в составе охотского комплекса (1), распространены реакционные взаимоотношения граната с окружающими его минералами, которые проявляются в замещении граната плагноклазом и роговой обманкой. Выяснение генезиса рассматриваемых структур представляет цель настоящей работы.

Эклогитоподобные сланцы широко развиты в бассейне левого бережья р. Кухтуй, где образуют пластообразные тела, мощностью 0,1—20 м, согласные с простирающим вмещающих пород. Эти породы зеленовато-черного цвета, с массивной текстурой, гранобластовой, неравномернозернистой структурой с размером зерен 1—10 мм. В составе сланцев в переменных количествах присутствуют обыкновенная зеленая роговая обманка ( $N_g=1,705-1,690$ ,  $-2V=65-72^\circ$ ,  $CN_g=16-22^\circ$ ,  $f=50-70\%$ ), зеленоватый клинопироксен ( $N_g=1,725-1,718$ ,  $N_p=1,704-1,693$ ,  $2V=56-62^\circ$ ,  $CN_g=40-45^\circ$ ,  $f=30-45\%$ ), гранат ( $f=75-80\%$ ), плагноклаз № 55—40, кварц, магнетит. В бескварцевых разностях встречается гиперстен ( $N_g=1,745-1,720$ ,  $N_p=1,705-1,730$ ,  $-2V=55-62^\circ$ ,  $f=60-45\%$ ).

Эклогитоподобные сланцы охотского комплекса залегают среди биотитовых мигматитов, гранитизированных биотитовых, амфибол-биотитовых гнейсов, прорваны жилами плагногранитов и биотитовых пегматитов. В связи с гранитизацией и мигматизацией вмещающих пород, внедрением пегматитов и плагногранитов находятся изменения эклогитоподобных сланцев, в которых развивается диффузионная метасоматическая зональность, особенно наглядная в случае секущих пегматитовых жил (рис. 1). На ряде примеров прослежена следующая зональность:

1 — эклогитоподобный сланец ( $[Gr]^{*75-80}$ ,  $Di_{40-45}$ ,  $Ro_{55-60}$ ,  $Gn_{50-55}$ ,  $Pl_{55-48}$ ,  $Mt$ ); 2 — гранатовый амфиболит ( $[Gr]_{80}$ ,  $Di_{2-45}$ ,  $Ro_{50-55}$ ,  $Pl_{50-39}$ ,  $Kv \pm Mt$ ); 3 — амфиболит ( $Ro_{50-54}$ ,  $Pl_{39-30}$ ,  $Kv \pm Mt$ ); 4 — амфибол-биотитовый гнейс ( $Ro_{50-52}$ ,  $Bi_{50}$ ,  $Pl_{30}$ ,  $Kv$ ); 5 — плагноклаз-кварцевая порода, иногда с биотитом ( $Pl_{30-28} + Kv$  или  $Bi + Pl_{30-28} + Kv$ ); 6 — биотитовый пегматит или мигматизированный биотитовый гнейс, гнейсо-гранит, ( $Bi$ ,  $Pl_{28-22}$ ,  $KПШ$ ,  $Kv$ ).

Диффузионный характер описываемой зональности следует из постепенного изменения состава минералов в пределах каждой зоны (2). Наиболее заметное изменение состава обнаруживает плагноклаз (см. рис. 1), изменения состава других минералов ( $Di$ ,  $Ro$ ,  $Gn$ ) находятся в пределах точности оптических методов. Мощности зон последовательно возрастает в направлении от контакта пегматитов (мигматизированных биотитовых гнейсов) к наименее измененным породам зоны 1. Суммарная мощность наиболее глубоко метасоматически измененных пород, не содержащих реликтов граната и диопсида (зоны 5, 4, 3), составляет 0,1—2 м.

\* Здесь и далее:  $Gr$  — гранат,  $Di$  — диопсид,  $Ro$  — роговая обманка,  $Pl$  — плагноклаз (и % анортита),  $Gn$  — гиперстен,  $Kv$  — кварц,  $Bi$  — биотит,  $KПШ$  — ортоклаз или микроклин,  $Mt$  — магнетит. Реликтовый минерал взят в квадратные скобки. В нижнем индексе — общая железистость.

В зоне 1 кристаллы граната окружены келифитовыми каймами, состоящими из плагиоклаза с 55—50% Ан, реже из симплектитов, представленных червеобразными вростками роговой обманки в плагиоклазе. Ширина кайм составляет 0,1—1 мм. В направлении от зоны 1 к мигматизированным биотитовым гнейсам или инъецирующему пегматиту содержание граната в породе постепенно уменьшается, а ширина кайм достигает 2—5 мм с одновременным раскислением плагиоклаза и, наконец, гранат полностью исчезает с образованием на его месте округлой псевдоморфозы плагиоклаза, содержащего 40—35% Ан.

Параллельно с растворением граната и покислением плагиоклаза в породе исчезает гиперстен, затем диопсид, замещаясь роговой обманкой,

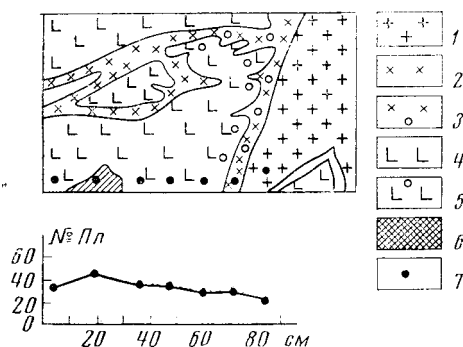


Рис. 1

Рис. 1. Диффузионная метасоматическая зональность на контакте биотитового пегматита и гранатового амфиболита. 1 — биотитовый пегматит; 2 — плагиоклаз-кварцевая порода; 3 — плагиоклаз-кварцевая порода с биотитом; 4 — амфиболит (Рог+Пл+Кв); 5 — амфибол-биотитовый гнейс (Рог+Пл+Би+Кв); 6 — амфиболит с реликтами граната и диопсида; 7 — место отбора образцов. Визу показано изменение состава плагиоклаза

Рис. 2. Диаграмма изменения состава граната (обр. № 128-Ж). А — центр кристалла, В — промежуточная зона, С — крайняя часть

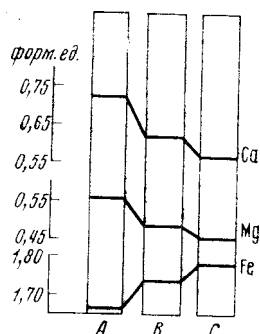


Рис. 2

появляется кварц. По достижении плагиоклазом состава с 35—30% Ан и появлении в нем антипертитовых вростков ортоклаза роговая обманка начинает замещаться биотитом. Реликты граната, окруженные каймами плагиоклаза, иногда наблюдаются в случаях, когда диопсид полностью исчез, заместившись роговой обманкой, а по последней начинает развиваться биотит, так что эклогитоподобные сланцы преобразуются в гранатовые амфиболиты или биотит-гранат-роговообманковые сланцы. Очевидно, распад граната и замещение его плагиоклазом или симплектитами плагиоклаза и роговой обманки обусловлены гранитизацией рассматриваемых пород с диффузионным привнесом  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  из магмы (порового раствора).

Из пород зоны 2 гранат (обр. № 128-Ж) был проанализирован на микроанализаторе в Институте геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР. Результаты химических анализов центральной части зерна граната, промежуточной зоны и краевой зоны, находящейся в контакте с  $\text{Пл}_{45}$ , а также результаты валовых химических анализов гранатов, отобранных для анализа пород аналогичного состава охотского комплекса (обр. №№ 21; 21-Б, 32-К, М-109-Б), приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1 и рис. 2, в направлении от центра кристалла к краю его в гранате понижается содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  и возрастает содержание  $\text{FeO}$ . Содержание  $\text{MnO}$  практически постоянно. Фигуративные точки анализов, приведенных в табл. 1, нанесены на диаграмму (рис. 3), из рассмотрения которой следует, что точка состава граната при перекристаллизации породы смещается из поля эклогитовой (гранулитовой

фации) в поля амфиболитовой и роговиковой фаций, что служит иллюстрацией регрессивного характера гранитизации пород охотского комплекса, протекающей, видимо, в условиях более низких температур, сравнительно с температурами метаморфизма пород. Процесс перекристаллиза-

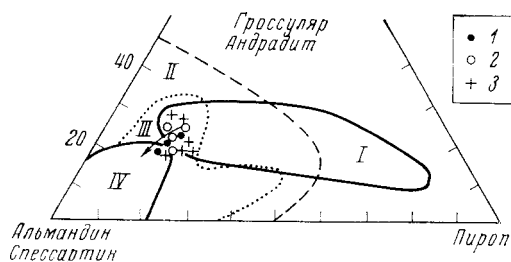


Рис. 3. Сводная диаграмма составов гранатов из разных фаций метаморфизма (по Н. В. Соболеву). I — зоны граната из обр. № 128-Ж; 2 — гранаты из эклогитоподобных сланцев охотского комплекса по валовым анализам; 3 — гранаты из архейских глыб Становой орогении в амфибол-диопсидовых породах ((<sup>3</sup>), обр. №№ 2565-е; 2181-В; А-328/2; 2013-Д; 4761-Е; Д-836). Фации: I — эклогитовая, II — гранулитовая, III — амфиболитовая, IV — роговиковая. Стрелка показывает направление изменения состава граната (обр. № 128-Ж) от центра кристалла к краю

ции граната с уменьшением его количества описывается уравнением реакции,  $2,48(\text{Fe}_{1,7}\text{Mg}_{0,55}\text{Ca}_{0,75})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} + 1,3725\text{Ca}_{0,55}\text{Na}_{0,45}\text{Al}_{1,55}\text{Si}_{2,45}\text{O}_8 + 1,125\text{SiO}_2 + 0,39\text{Na}_2\text{O} + 0,42\text{H}_2\text{O} = 1,625(\text{Fe}_2\text{Mg}_{0,4}\text{Ca}_{0,6})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} + 1,7775\text{Ca}_{0,45}\text{Na}_{0,55}\text{Al}_{1,45}\text{Si}_{2,55}\text{O}_8 + 0,42\text{NaCa}_2(\text{Mg}_{1,7}\text{Fe}_{2,3})_4\text{Al}_3\text{Si}_5\text{O}_{11}(\text{OH})_2$ , т. е.  $2,48 \text{Gr}_{75,5}^{0,25} + 1,3725 \text{Пл}_{55} + 1,125 \text{SiO}_2 + 0,39 \text{Na}_2\text{O} + 0,42 \text{H}_2\text{O} = 1,625 \text{Gr}_{83}^{0,2} + 1,7775 \text{Пл}_{45} + 0,42 \text{Рог}_{57,5}$ ;  $\Delta v = +38,14 \text{ см}^3$ .

Таблица 1

Химический состав (вес. %), железистость и известковистость (%) гранатов из эклогитоподобных сланцев охотского комплекса

Окисел	№ 21	№ 32-И	№ М-109-В	№ 21-В	№ 128-Ж		
					А	В	С
SiO <sub>2</sub>	39,10	38,10	38,10	37,80	38,30	38,46	38,45
TiO <sub>2</sub>	0,32	0,13	0,12	0,16	0,07	0,07	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,13	20,25	21,26	20,52	21,08	21,26	21,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,15	5,07	2,35	4,86	—	—	—
FeO	25,19	24,19	24,88	24,01	25,51	26,53	27,06
MnO	0,96	0,93	1,96	1,20	2,62	2,62	2,61
MgO	4,13	3,94	4,43	4,22	4,79	4,14	3,87
CaO	7,13	7,13	6,24	6,53	8,67	7,34	6,73
Na <sub>2</sub> O	0,24	0,14	0,14	0,21	0,04	0,04	0,04
K <sub>2</sub> O	1,19	0,19	0,19	0,19	—	—	—
Σ	99,51	99,59	99,47	99,70	101,08	100,46	99,90
Fe							
Fe+Mg	79,1	81	77,6	79,7	76,7	79,8	81
Ca							
Ca + Fe + Mg	0,20	0,20	0,18	0,18	0,23	0,21	0,19

Примечание. Обр. № 21 — Gr<sub>79</sub> + Ди<sub>44</sub> + Амф<sub>55</sub> + Пл<sub>45</sub> + Кв + Мт; № 21-В — Gr<sub>80</sub> + Грп<sub>60</sub> + Ди<sub>45</sub> + Амф<sub>45</sub> + Пл<sub>51</sub> + Мт; № 32-И — Gr<sub>81</sub> + Ди<sub>55</sub> + Амф<sub>50</sub> + Пл<sub>40</sub> + Кв + Мт; № М-109-В — Gr<sub>78</sub> + Грп<sub>58</sub> + Ди<sub>40</sub> + Амф<sub>60</sub> + Пл<sub>55</sub> + Мт; № 128-Ж — Gr<sub>76-81</sub> + Амф<sub>58</sub> + Ди<sub>43</sub> + Пл<sub>45</sub> + Кв + Мт. В обр. № 128-Ж: А — центр кристалла, В — промежуточная зона, С — красная часть.

Реакция, подтверждаемая наблюдениями и имеющимися составами минералов, показывает, что факторами, способствующими понижению гроссуляровой и повышению альмандиновой составляющих в гранате, являются повышение потенциала  $H_2O$  (или понижение температуры), повышение щелочности и кремнекислотности среды.

Совершенно аналогичные реакционные структуры и подобное объяснение их генезиса для гранатов из основных диопсидсодержащих сланцев описано в архейских глыбах Становой зоны, перекристаллизованных под воздействием нижнепротерозойской гранитизации<sup>(3)</sup>. Гранаты из этих пород близки по составу к гранатам охотского комплекса (см. рис. 3). Указанное сходство реакционных структур свидетельствует, видимо, о сходной истории развития архейских глыб зоны Становой орогении и архея Охотского массива. Автор выражает благодарность Н. Л. Добрецову за предоставленную возможность анализа граната на микроанализаторе, А. М. Лениникову и В. И. Шульдинеру за просмотр статьи в рукописи.

Дальневосточный геологический институт  
Дальневосточного научного центра  
Академии наук СССР  
Владивосток

Поступило  
5 VII 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Г. А. Гринберг, Докембрий Охотского массива, «Наука», 1968. <sup>2</sup> Д. С. Коржинский, В кн. Основные проблемы в учении о магматизме рудных месторождений, Изд. АН СССР, 1955. <sup>3</sup> С. И. Кориковский, Метаморфизм, гранитизация и постмагматические процессы в докембрии Удокано-Становой зоны, «Наука», 1967.