

УДК 549.0(470.5)

DOI: 10.35597/2313-545X-2023-9-2-5

ПРОЯВЛЕНИЕ КРУПНОГО ГРАНАТА ПОЛЯКОВ ЛОГ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

В.А. Попов¹, М.А. Рассомахин¹, С.В. Колисниченко²¹Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН,
г. Миасс, Челябинская обл., 456317 Россия; popov@mineralogy.ru²Верхняя Санарка, Челябинская обл., Россия

Статья поступила в редакцию 14.04.2023 г., принята к печати 30.05.2023 г.

POLYAKOV LOG COARSE GARNET OCCURRENCE IN THE SOUTH URALS

V.A. Popov¹, M.A. Rassomakhin¹, S.V. Kolisnichenko²¹ South Urals Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology UB RAS,
Miass, Chelyabinsk district, 456317 Russia; popov@mineralogy.ru²Verkhnyaya Sanarka, Chelyabinsk district, Russia

Received 14.04.2023, accepted 30.05.2023

Аннотация. Онтогеническое моделирование происхождения крупного граната проявления Поляков лог на Южном Урале в мелкозернистой сланцевой толще привело авторов к представлению о его метасоматическом росте с замещением хлоритового агрегата. Мусковит, ильменит, эпидот, кварц и апатит остались незамещенными в исходной сланцевой ориентировке индивидов. Совместно с гранатом кристаллизовались акцессорные андезин, кобальтин, пентландит, пирротин и циркон. Возникновение крупных кристаллов граната предположительно связывается с флуктуациями пересыщения относительно граната в участках с обильным хлоритом в сланцах. Это позволяет ожидать наличие проявлений с крупным гранатом в других соседних участках сланцевой толщи.

Ключевые слова: Южный Урал, гранат, онтогенез.

Abstract. Ontogenic modeling of the origin of coarse garnet of the Polyakov log occurrence (South Urals) in a fine-grained schist sequence allowed the authors to conclude on its metasomatic growth with the replacement of chlorite aggregates. Muscovite, ilmenite, epidote, quartz and apatite remain preserved in the primary schist orientation of individuals. Accessory andesine, cobaltite, pentlandite, pyrrhotite and zircon crystallized together with garnet. The formation of coarse garnet crystals is probably related to fluctuations of supersaturation relative to garnet in areas of schists with abundant chlorite. This allows us to expect the presence of coarse garnet areas in adjacent parts of the schist sequence.

Keywords: South Urals, garnet, ontogeny.

Для цитирования: Попов В.А., Рассомахин М.А., Колисниченко С.В. Проявление крупного граната Поляков лог на Южном Урале. Минералогия, 9(2), 60–66. DOI: 10.35597/2313-545X-2023-9-2-5

For citation: Popov V.A., Rassomakhin M.A., Kolisnichenko S.V. Polyakov log coarse garnet occurrence in the South Urals. Mineralogy, 9(2), 60–66. DOI: 10.35597/2313-545X-2023-9-2-5.

Введение

Поляков лог находится к востоку от Миасского пруда в полутора километрах к югу от старой части г. Миасса (рис. 1). Название дано по фамилии Полякова – бывшего владельца угодий в этом районе. Гранатовая копь (рис. 2) расположена примерно в 1 км на восток от берега пруда.

Первое упоминание о гранате в Поляковом логу приводится И.Н. Менге (1827), с. 45: «На берегах Миасского пруда, к западу от гнейсовых Ильменских гор, поразило внимание мое необыкновенно увеличенное сослоение пород, выходящих тонкими пластами на поверхность земли. На пространстве полверсты нашел я известковый камень, тальковый сланец с горьким шпатом, кварц, глинистый сланец, роговообманковый сланец, слюдяной сланец, как с большим количеством черной венисы, так и без оной, и все сии породы тянутся в виде пластов, имеющих то же вертикальное падение. Кристаллы венисы, в тех местах, где содержащий их слюдяной сланец разрушился, лежат в песке в великом множестве, представляя часто странные изменения своего первообразного вида. Сии додекаэдры встречаются здесь удлинненными, то по оси октаэдра, то ромбоэдра, переходя в первом случае в четырехсторонние, а во втором шестисторонние призмы; либо некоторые плоскости их бывают уничтожены через необыкновенное увеличивание других, так что происходят пирамидальные, ромбоэдрические и даже кубические виды».

В 1928 г. на Среднем и Южном Урале Институт прикладной минералогии и металлургии цветных металлов предпринял обследование гранатовых месторождений для выяснения возможности использования граната для нужд внутреннего рынка и экспорта (Мамуровский и др., 1929). Среди 33 объектов в кадастре оказался и Поляков лог, поскольку среди разных гранатов лучшими были альмандины, дающие высокоабразивные порошки. Однако специальные исследования объекта не проводились. Отмечено только, что кристаллы альмандина крупные и вмещающими породами являются хлоритовые сланцы.

В книге «Геологический разрез Урала...» (Коптев-Дворников и др., 1940) Г.А. Мирлин привел общее петрографическое описание палеозойской черносланцевой толщи, где упоминаются глинистые и филлитовые прослойки, представленные буроватыми и светло-коричневыми тонко-листоватыми породами. По плоскостям сланцеватости в них развит серицит. Филлиты представлены тонкорассланцованными породами, часто сплошными, от серебристо-серой до зелено-черной окраски, обусловленной развитием серицита и хлорита. Филлиты состоят из кварца, серицита, биотита и хлорита. По-видимому, из этих сланцев добывали плитки для грифельных досок. Данные о сланцах собственно Полякова лога с гранатовым проявлением отсутствуют.

В настоящее время гранатовая копь Полякова лога периодически посещается минералогами-



Рис. 1. Положение проявления граната Поляков Лог на географической (а) и схематической геологической карте (Коптев-Дворников и др., 1940) (б) в районе города Миасса.

1 – палеозойские черные сланцы; 2 – тела ультрамафитов; 3 – граниты и гранитогнейсы Чашковского массива.

Fig. 1. Position of the Polyakov log garnet occurrence on geographical (a) and schematic geological map (Koptev-Dvornikov et al., 1940) (b) in the area of Miass.

1 – Paleozoic black shale; 2 – ultramafic bodies; 3 – granite and granite gneiss of the Chashkovsky pluton.



Рис. 2. Вид копи в 2009 г. (слева) и строение слоистой сланцевой толщи (справа).
Фото В.А. Попова.

Fig. 2. View of a mine in 2009 (left) and structure of the layered schist sequence (right).
Photo by V.A. Popov.

любителями. Обращается внимание на крупность кристаллов граната среди мелкозернистых сланцев и асимметрию ромбододекаэдрических кристаллов. Иногда во влажных темных кристаллах граната угадывается внутреннее сияние при поворотах на солнце. Все это побудило нас к более детальному изучению этого объекта. Исследования включали оптические наблюдения и анализ минералов на сканирующем электронном микроскопе Vega-3 Tescan с ЭДС (аналитик М.А. Рассомахин). Состав минералов приведен в виде расчетных кристаллохимических формул, исходные анализы – в электронном приложении. Из трех десятков образцов сланцев с гранатом под биноклем отобрано пять наиболее информативных и из них приготовлены аншлифы для исследований.

Петрография сланцев, вмещающих гранаты

Судя по данным И.Н. Менге и Г.А. Мирлина, «черные сланцы» района минералогически и структурно разнообразны и неоднородны. Нами изучены только те из них, которые непосредственно включают крупные кристаллы граната (рис. 3), с целью выяснить локальный онтогенез минерального агрегата.

В поперечном разрезе в сланце видны тонкозернистые слои коричневого цвета (с преобладанием хлорита), светло-серые слои (с преобладанием мусковита) и линзы с преобладанием кварца. В одном хлоритовом слое видны вкрапления черного биотита величиной 1–4 мм (рис. 3а). Грани кристаллов граната «рассекают» сложный пльчатый рисунок вмещающего сланца, но и сами несут сле-

ды позднего сдавливания, иногда с образованием небольших «отрывов» с кварцевым заполнением. По-видимому, при деформациях происходило вращение индивидов граната, но в нашей небольшой коллекции отсутствуют «рубашки» около кристаллов с параллельно-шестоватыми агрегатами второго рода, которые образуются при медленном толчковом раскрытии трещин в процессе пластической деформации минерального агрегата.

Начиная с И.Н. Менге, многие специалисты обращают внимание на асимметрию ромбододекаэдров граната Полякова лога (рис. 4). Ее обычно связывают с симметрией «питания» кристаллов во время роста. Если предположить, что гранат рос метасоматически в рассланцованной породе, то его «питание», поступающее вдоль трещин основного кливажа, действительно является более интенсивным, чем в поперечном направлении. Это могло определить соответствующую асимметрию кристаллов в зависимости от ориентировки кристаллографических осей относительно трещин кливажа. Следовательно, нашей задачей является найти признаки метасоматического роста граната в уже рассланцованной породе.

Минералы сланцев Полякова лога

Распределение минералов в сланцевой толще полосчатое и неоднородное. К породообразующим минералам относятся хлорит, мусковит, кварц и гранат в местах скопления. Широкое распространение мельчайших ориентированных кристаллов ильменита позволяет использовать этот акцессорный

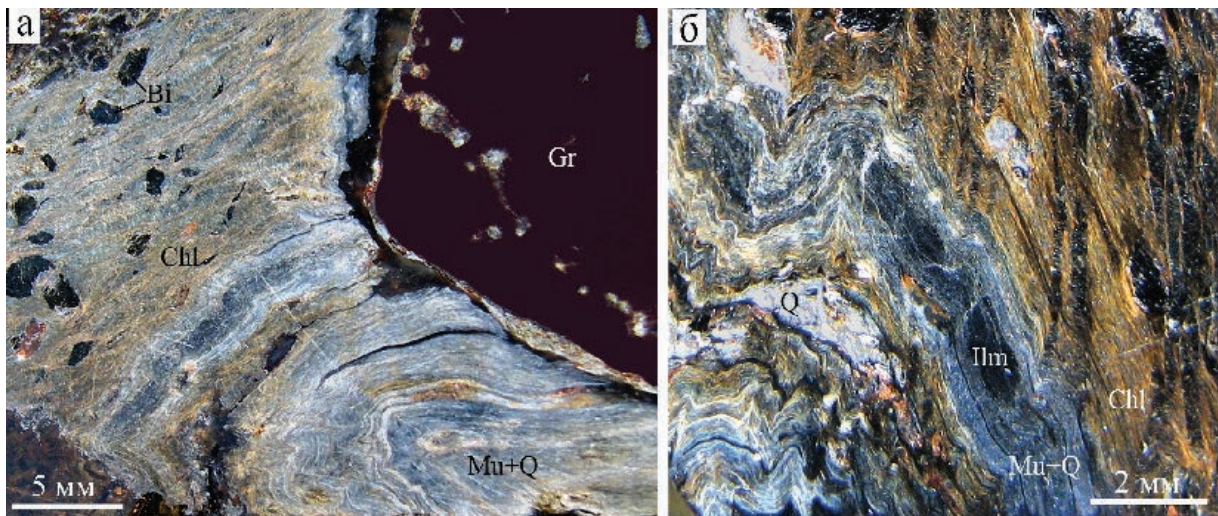


Рис. 3. Состав и плейчатая текстура сланцев: а – кристалл граната (Gr) на контакте со слоями разного состава и текстуры; б – деталь плейчатой текстуры с фрагментами будинажа ильменит-мусковит-кварцевого слойка (по центру).

Chl – хлорит, Bi – биотит, Mu – мусковит, Q – кварц, Ilm – ильменит. Косое освещение.

Fig. 3. Structure and plicative texture of schist: а – garnet crystal (Gr) at the contact with layers of different composition and texture; б – detail of plicative texture with fragments of boudinage of the ilmenite-muscovite-quartz layer (in the center).

Chl – chlorite, Bi – biotite, Mu – muscovite, Q – quartz, Ilm – ilmenite. Oblique light.

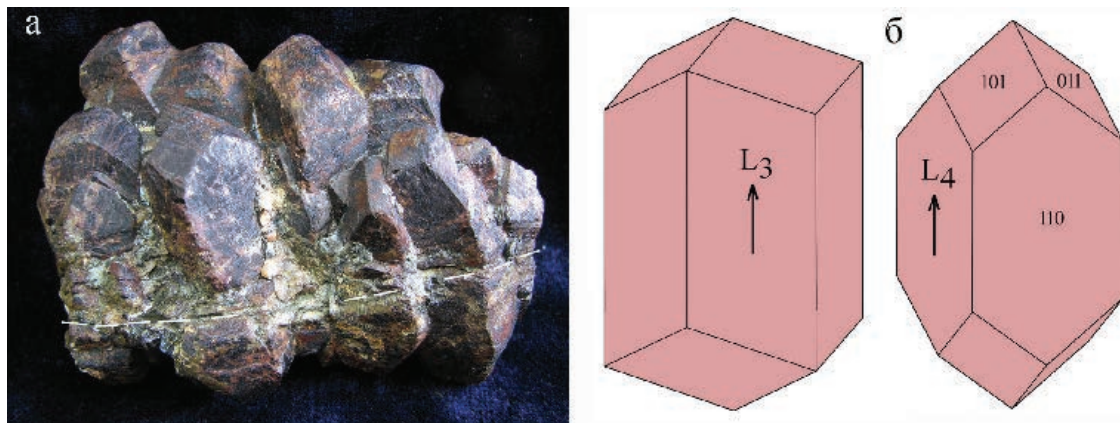


Рис. 4. Асимметрия ромбододекаэдров метакристаллов альмандина: а – друза кристаллов, выросших от трещины во вмещающие хлоритовые сланцы; б – модели ромбододекаэдров, удлинённых вдоль тройной (L_3) и четверной (L_4) осей. Размер образца 4 см.

Друза найдена Ю. Вилячкиным.

Fig. 4. Asymmetrical rhombododecahedrons of almandine metacrystals: а – crystal druse grown from fracture toward the host chlorite schist; б – models of rhombododecahedrons along the triple (L_3) and quad (L_4) axes.

Druze was found by Yu. Vilyachkin.

минерал для рассмотрения относительного возраста некоторых минералов. Какие-либо признаки исходных пород не найдены.

Альмандин ($\text{Fe}_{2.11}\text{Ca}_{0.54}\text{Mn}_{0.29}\text{Mg}_{0.06}\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$)¹ отнесен к поздним минералам, поскольку его кристаллы находятся в секущем положении к полосча-

¹ Примечание редакции. Здесь и далее: формулы даны в авторской редакции.

тому сланцевому агрегату и не имеют индукционных поверхностей ни с хлоритом, ни с мусковитом (рис. 3а, 5). В альмандине присутствуют включения трех видов: одни – синхронные с ним и имеют индукционные границы (андезин, кобальтин, пирротин, пентландит – рис. 6); другие (ранние) – остаточные при замещении сланцев гранатом, ориентированные вдоль сланцеватости (линзы мусковита



Рис. 5. Линзы незамещенного мусковита в метакристаллах альмандина.

Косое освещение.

Fig. 5. Lenses of primary muscovite in almandine metacrystals.

Oblique light.

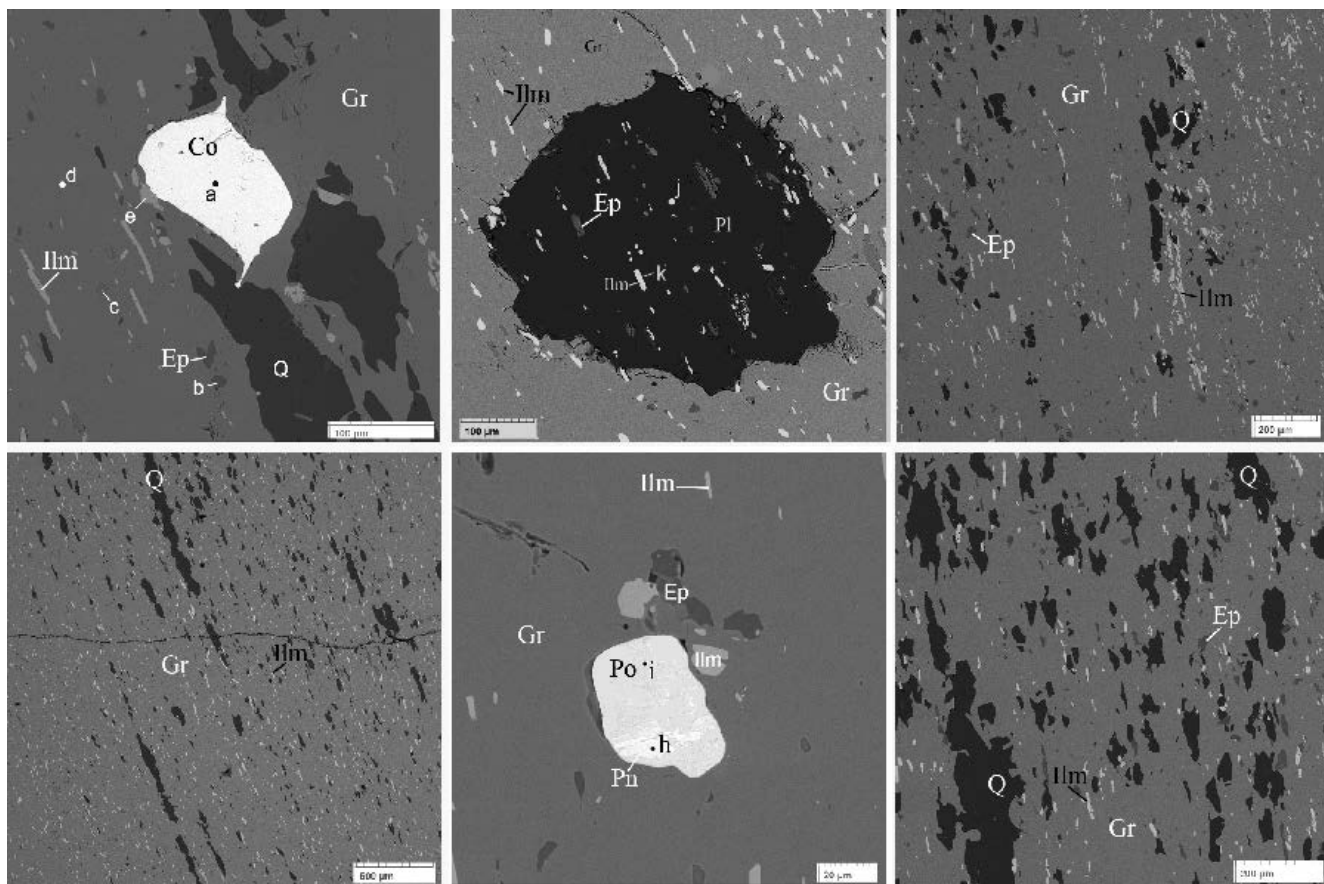


Рис. 6. Разновозрастные включения минералов в метакристаллах альмандина (Gr): ранние – ильменит (Ilm), эпидот (Ep) и частично кварц (Q); синхронные с гранатом – кобальтин (Co), пирротин (Po), пентландит (Pn), плагиоклаз (Pl) и регенерационный кварц. Буквами обозначены точки анализов.

Здесь и на рис. 7, BSE-фото.

Fig. 6. Mineral inclusions of various ages in almandine metacrystals (Gr): early – ilmenite (Ilm), epidote (Ep) and locally quartz (Q); synchronous with garnet – cobaltite (Co), pyrrhotite (Po), pentlandite (Pn), plagioclase (Pl) and regenerated quartz.

Here and in Fig. 7, BSE-photo.

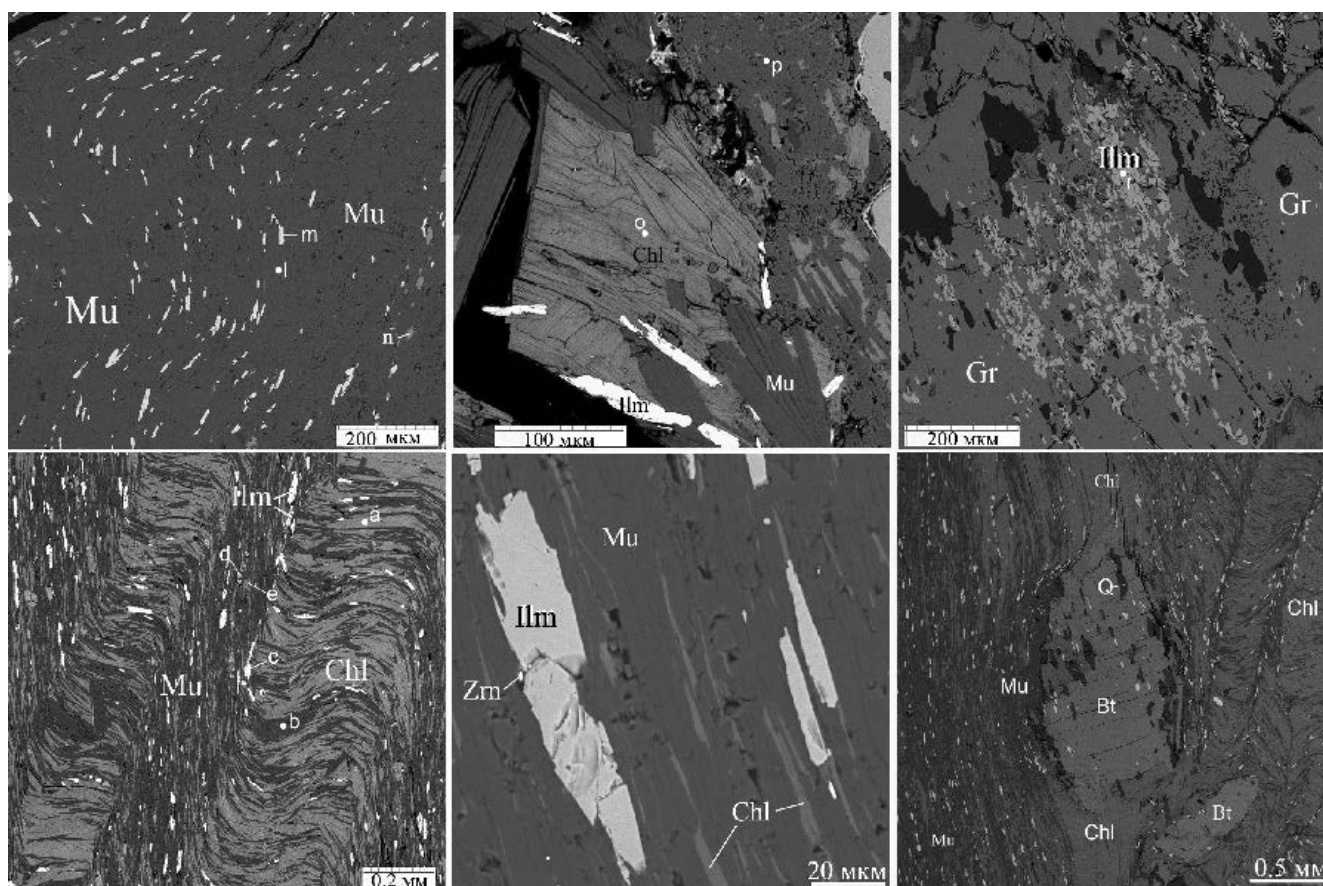


Рис. 7. Взаимоотношения мусковита, ильменита, хлорита, биотита и граната в черных сланцах рядом с гранатовой полосой. Буквами обозначены точки анализов.

Fig. 7. Relationship of muscovite, ilmenite, chlorite, biotite and garnet in black shale close to a garnet band.

– рис. 5, пластинки ильменита, столбики апатита и эпидота); третьи – остаточные, но регенерированные во время роста альмандина (кварц – рис. 6). В друзовом агрегате граната наблюдался один прозрачный кристалл циркона размером 1 мм, покрытый индукционной поверхностью.

Андезин $(\text{Na}_{0.72}\text{Ca}_{0.27}\text{K}_{0.01})(\text{Al}_{1.32}\text{Si}_{2.68})\text{O}_8$ (плагноклаз № 27) наблюдался только как включение в гранате, имеющее с ним индукционные поверхности одновременного роста. Более мелкие включения ильменита и эпидота в плагноклазе имеют ту же ориентировку, что и в гранате, т. е. наследуют ориентировку предшествующего хлоритового сланца (рис. 6).

Биотит $\text{K}_{0.83}\text{Mg}_{0.60}\text{Ti}_{0.09}\text{Fe}_{1.69}\text{Al}_{0.79}(\text{Si}_{2.89}\text{Al}_{1.11})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ кристаллизовался, по-видимому, одновременно с гранатом, но образует отдельные скопления (рис. 3а) и лишь в одном месте наблюдались их срастания.

Кобальтин $(\text{Co}_{0.65}\text{Ni}_{0.19}\text{Fe}_{0.16})\text{AsS}$, **пирротин** $\text{Fe}_{8.8}\text{S}_9$ и **пентландит** $(\text{Fe}_{4.39}\text{Ni}_{4.13}\text{Co}_{0.82})\text{S}_8$ диагностированы только в гранате как синхронные с ним минералы (рис. 6). Пирротин и пентландит образо-

вали синтаксические срастания.

Включения зерен **кварца** SiO_2 в гранате также наследуют свое расположение в сланце (рис. 6), но они, судя по рисунку границ, несколько дорастали (регенерировали) во время роста метасоматического граната.

Ранними (догранатовыми) минералами в сланцах были породообразующие хлорит, мусковит и кварц, второстепенные ильменит, эпидот, апатит, рутил.

Хлорит (шамозит) $(\text{Fe}_{3.35}\text{Mg}_{1.25}\text{Al}_{0.40})\text{Al}(\text{Si}_{2.49}\text{Al}_{1.51})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ и **мусковит** $\text{K}_{0.77}\text{Na}_{0.14}\text{Mg}_{0.02}\text{Fe}_{0.12}\text{Al}_{1.94}(\text{Si}_{3.10}\text{Al}_{0.90})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ образуют отдельные или совместные прослоив в толще сланцев (рис. 7). Вместе с ними образовались второстепенные **ильменит** $\text{Fe}_{0.99}\text{Mn}_{0.01}\text{Ta}_{0.003}\text{TiO}_3$, **эпидот** $\text{Ca}_{1.97}\text{Mn}_{0.02}\text{Ti}_{0.01}(\text{Al}_{2.30}\text{Fe}_{0.7})(\text{Si}_3\text{O}_{12})(\text{OH})$ и акцессорный **фторапатит** $\text{Ca}_{4.96}\text{Fe}_{0.04}(\text{PO}_4)_3(\text{F}_{0.64}\text{OH}_{0.36})$ (рис. 6, 7).

Глинистый минерал (монтмориллонит?) $\text{Na}_{0.28}\text{K}_{0.02}\text{Fe}_{0.83}\text{Mg}_{0.39}\text{Ca}_{0.04}\text{Ti}_{0.05}\text{Al}_{1.43}(\text{Si}_{2.55}\text{Al}_{1.45})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ широко распространен в коре выветривания сланцевой толщи.

Заключение

В изученных образцах не обнаружены какие-либо признаки исходных (досланцевых) пород. Вероятно, породы были неоднородны, поэтому при метасоматозе отдельные слои характеризуются преобладанием либо хлорита, либо мусковита (с сопровождающими ильменитом, эпидотом и кварцем). Местами порода приобрела плейчатое сложение. Гранатовая (и биотитовая) минерализация с сопутствующими минералами (плагиоклазом, кварцем, сульфидами, цирконом) является также метасоматической и более поздней (наложенной). При этом пластические деформации толщи продолжались, приводя к сдавливанию индивидов граната и биотита. Гранат и биотит замещали преимущественно хлорит (шамозит), остальные минералы сохранились в виде индифферентных включений, подчеркивая плейчатую раннюю текстуру породы. Причина возникновения крупных метакристаллов граната не выявлена, но можно предположить возможные флуктуации пересыщения относительно граната в сланцевой толще. Отсюда следует, что в пределах сланцевой толщи можно ожидать других проявлений крупного граната.

Литература

Коптев-Дворников В.С., Доброхотова Е.С., Рожков Е.С., Мирлин Г.А. (1940) Геологический разрез Урала от Златоуста до Челябинска. М.-Л., АН СССР, 328 с.

Мамуровский А.А., Коптев-Дворников В.С., Пылаев Б.Ф. (1929) Опыт промышленной оценки уральских месторождений граната. Минеральное сырье и цветные металлы, (5–6), 666–687.

Менге И.Н. (1827) Геогностические наблюдения в окрестностях Миасского завода. Горный журнал, 4(2), 42–48.

References

Koptev-Dvornikov V.S., Dobrokhotova E.S., Rozhkov E.S., Mirlin G.A. (1940) [Geological section of the Urals from Zlatoust to Chelyabinsk]. Moscow–Leningrad, AN SSSR, 328 p. (in Russian)

Mamurovsky A.A., Koptev-Dvornikov V.S., Pylaev B.F. (1929) [Experience of economic evaluation of the Urals garnet deposits]. *Mineral'noe syr'e i tsvetnye metally* [Mineral Raw Materials and Nonferrous Metals], (5–6), 666–687. (in Russian)

Menge I.N. (1827) [Geognostic observations in the vicinity of the Miass plant]. *Gorny zhurnal* [Mining Magazine], 4(2), 42–48. (in Russian)