

Ю. А. Поленов, В. Н. Огородников, А. Н. Савичев
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
polenov_yu@mail.ru

Какой жильный кварц относится к гранулированному типу?

В последнее время появилось большое количество статей и диссертаций, рассматривающих жильный кварц Кыштымского месторождения как однотипный гранулированный, как-то упуская из виду, что на месторождении имеется несколько генетических типов жильного кварца, большую часть из которых нельзя называть гранулированным.

Зернистая разновидность жильного кварца, получившая название гранулированного, стала известна благодаря работам С. Ф. Адамса, Г. Н. Вертушкова [1980] и его учеников [Емлин и др., 1988]. В течение четверти века после ее описания и выделения в качестве самостоятельной жильной породы она имела чисто минералогическое значение. И лишь начиная с 1958 г., гранулированный кварц приобрел известность как заменитель дефицитного горного хрусталя при получении прозрачного плавленного кварцевого стекла. За прошедшее время проделана большая по объему, разнообразная по характеру и плодотворная по результатам работа по исследованию гранулированного кварца. Однако до сих пор многие вопросы, касающиеся геологического строения месторождений, условий образования и закономерностей размещения жил гранулированного кварца, недостаточно исследованы. Ученики Г. Н. Вертушкова рассматривают образование любого мелкозернистого жильного кварца как тектонит, образовавшийся в результате механической деформации при метаморфизме. «Гранулированный кварц – это агрегат гранобластовой структуры, слагающий часто будинированные и согласные, реже секущие жилы, претерпевшие термодинамометаморфизм совместно с вмещающими породами» [Емлин и др., 1988].

Изучение закономерностей пространственного распределения кварцевых жил (кварцеметрическая съемка), располагающихся вокруг гранитных массивов в пределах гнейсово-мигматитовых комплексов и их ближайшего окружения, позволило выделить три генетических семейства, а среди них две главных группы, которые можно рассматривать как самостоятельные жильные формации с определенной геологической позицией: А – формация первично-кристаллизованного кварца и Б – формация рекристаллизованного гранулированного кварца [Вертушков, 1980].

Кварц формации Б, относимый к гранулированному кварцу, характеризуется вторичными структурами рекристаллизации и перекристаллизации, возникающими в процессе метаморфических преобразований первичного жильного кварца. По размерам, по форме гранул и по степени однородности гранулированный кварц подразделяется на две большие пространственно разобщенные группы: однородный гранулированный кварц субформации Б-II (кыштымский тип) и неоднородный тонкозернистый гранулированный кварц субформации Б-I (уфалейский тип) [Вертушков, 1980]. В эту же совокупность отнесен и микрогранулированный кварц (первое семейство), широко развитый в метаморфических породах допалеозойского возраста. При этом предусматривается одинаковый механизм образования жил гранулированного кварца.

Наши исследования [Огородников и др., 2007; Поленов, 2008] подтвердили наличие разномасштабных разновидностей кварца и позволили найти этому онтогени-

ческие и генетические объяснения. Нами выделен жильный кварц метаморфической дифференциации, слюдяногорский, уфалейский, кыштымский и егустинский, каждый из которых образовался по-своему.

Прожилки *метаморфической дифференциации* являются результатом процессов регионального метаморфизма от гранулитовой до эпидот-амфиболитовой фации, который наиболее интенсивно и мощно на площади Уфалейского рудного поля проявился в докембрии, в карельскую эпоху тектоно-магматической активизации. В это же время формируются тела высокотемпературных гиганто-мигматитов, сложенных K-Na полевыми шпатами, и анортоклазитами. Кварцевые прожилки имеют гранобластовую структуру.

Слюдяногорский тип является результатом собирательной перекристаллизации с укрупнением зерна ранних прожилков метаморфической дифференциации. Представлен в Слюдяногорской шовной зоне, заложенной в рифее при рифтогенезе (гренильская эпоха складчатости), которая сопровождалась изоклинальной складчатостью и приразломным высокотемпературным метаморфизмом. «К перекристаллизации целесообразно относить изменение формы и величины кристаллов, всесторонне соприкасающихся с другими кристаллами, без привноса-выноса вещества из рассматриваемого объема и без изменения минерального состава системы» [Попов, 2011]. «Весьма существенно, что все индивиды (кристаллы) при перекристаллизации стремятся к изометричной форме. Изометризованные индивиды представляют собой «полиэдры», ограниченные поверхностями, в общем случае не совпадающие с кристаллографическими формами. Полиэдры перекристаллизации всегда изометричны, независимо от типа структуры минерала» [Руденко, 1985; Попов, 2011]. В результате перекристаллизации образуется гранобластовый кварц слюдяногорского типа. Тела анортоклазовых гиганто-мигматитов подвергаются смятию в складки и процессам будинажа. В это же время в них появляются крупные кристаллы иттрийсодержащего эпидота [Лутц, Минеев, 1967; Огородников и др., 2007; Поленов, 2008].

Жильный кварц *уфалейского типа* приурочен к Слюдяногорской шовной зоне и его метасоматический генезис связан с альбититами и ураноносными щелочными карбонатитами докембрийского возраста (байкальская эпоха складчатости). Наиболее характерной структурной особенностью этого кварца является полигенный характер образования. Как следствие, появляется неоднородное строение агрегата, сформированного под влиянием нескольких этапов геологического развития Уфалейского рудного поля (венд-палеозой), выраженное в присутствии нескольких групп гранул: тонко-мелкозернистых участков исходных индивидов метасоматических тел замещения и новообразованных метаморфогенных, средне-крупнозернистых гранул, являющихся результатом процессов перекристаллизации. В результате появляется «неоднородно-гранулированный кварц Б-I типа». Для данного типа вторично-зернистого кварца нельзя применять термин гранулированный, т. к. механизм образования зерен первоначально метасоматический (гранобластовая структура) и далее метаморфогенный с образованием отдельных зерен перекристаллизации, порфиробласт на фоне мелкозернистой основной массы. Данную структуру целесообразно называть грануломорфной.

Только к жильному кварцу, слагающему тела *кыштымского типа*, применим термин «гранулированный кварц». Кварц этого типа является продуктом рекристаллизации деформированного первично-гигантозернистого стекловидного кварца из жил выполнения палеозойской ранней стадии коллизии под воздействием процессов высокотемпературного дислокационного метаморфизма в стадию поздней коллизии.

Основными процессами, приводящими к образованию кварца кыштымского типа, являются деформация и рекристаллизация крупно-гигантозернистого кварца из жил выполнения. Рекристаллизация – это образование (грануляция) более мелких индивидов за счет крупных. Грануляция кварца обусловлена наличием градиента температуры, избыточного тектонического напряжения и инициирована его полиморфным α - β превращением с образованием полигональной системы усачочных трещин, аналогичной «сотовому» кварцу камерных пегматитов. Равномернозернистость гранулированного кварца кыштымского типа обусловлена полиморфным α - β преобразованием первичного жильного кварца. С 1959 по 1980 гг. на Кыштымском месторождении отработаны практически все наиболее крупные жилы гранулированного кварца и к концу 80-х годов прошлого столетия этот тип полезного ископаемого перестал быть объектом промышленной эксплуатации [Белковский, 2011].

Термин «грануляция» не является синонимом «дробления» или «блокования» [Григорьев, Жабин, 1975]. К сожалению, основное внимание учеников школы Г. Н. Вертушкова было направлено как раз на деформационные структуры в качестве механизма грануляции, поэтому катакластические структуры разлистования, дробления и постепенное превращение стекловидного кварца в молочно-белый было объявлено грануляцией. Отсюда же появился термин фрагментарно-гранулированный для частично деформированных кварцевых жил, хотя правильнее эти жилы и структуры называть катакластическими.

Микро-тонкозернистый кварц *егустинского типа* относится к среднетемпературному метасоматическому кварцу, который развивается по всем разновидностям кварца грануломорфного уфалейского и гранулированного кыштымского типов. Этот тип генетически связан с развитием поздних редкометалльных и редкоземельных карбонатитовых метасоматитов среди амфиболитов, так называемых «нельсонитов»: ильменорутил-титанит-апатитовых, флогопит-апатитовых, амфибол-апатитовых, апатитовых и других [Свяжин, Левин, 1965; Белковский, 2011]. Высокая фтористость растворов привела к очищению зерен кварца от включений и образованию особо чистого кварца. Структура этого типа кварца является микро-тонкозернистой, гранобластовой.

В заключении подчеркнем, что термин «гранулированный кварц» применим только к жильному кварцу кыштымского типа. Этот тип кварца возник в процессе высокотемпературного метаморфизма первично прозрачного или замутненного крупно- и гигантозернистого жильного кварца. Причиной грануляции жильного кварца являются напряжения, возникающие в кварцевом материале при α - β переходе в результате сокращения объема жильной массы, приведшие к равномерной грануляции первичного кварца, и катаклаз, ориентированное и гидростатическое сжатие [Вертушков и др., 1980; Поленов, 2008]. Вновь образованный кварцевый агрегат в последующие стадии формирования претерпел собирательную перекристаллизацию с образованием полиэдров изометричной формы [Огородников и др., 2007; Поленов, 2008].

Литература

Белковский А. И. Геология и минералогия кварцевых жил Кыштымского месторождения. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. 233 с.

Вертушков Г. Н. Геология метаморфогенных месторождений гранулированного кварца // Геология метаморфических комплексов. Межвузовский научный тематический сборник. Свердловск, 1980. Вып. 8. С. 3–23.

- Григорьев Д. П., Жабин А. Г.* Онтогенез минералов. М.: Наука, 1975. 339 с.
- Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Якшин В. И.* Жильный кварц Урала в науке и технике. Свердловск: Ср.-Ур. книжное изд-во, 1988. 270 с.
- Лутц Б. Г., Минеев Д. А.* Парагенетический анализ, геохимия и минералогия метаморфических пород Уфалейского массива на Урале // Редкие элементы в породах различных метаморфических фаций. М.: Наука, 1967. С. 59–104.
- Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А.* Минерагенез шовных зон Урала. Ч. 3. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН – УГГУ, 2007. 187 с.
- Поленов Ю. А.* Эндогенные кварцево-жильные образования Урала. Екатеринбург: УГГУ, 2008. 270 с.
- Попов В. А.* Практическая генетическая минералогия. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 167 с.
- Руденко С. А.* Процессы перекристаллизации и их место в лито- и рудогенезе // Проблемы лито- и рудогенеза. Зап. ЛГИ, 1985. Т. 104. С. 9–19.
- Свяжин Н. В., Левин В. Я.* Нельсонит из района г. Кыштыма на Урале // Минералы рудных месторождений и пегматитов Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1965. Вып. 70. С. 91–96.