

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КВАРЦА МЕСТОРОЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

*Л. Я. Кабанова<sup>1, 2</sup>*

<sup>1</sup> – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, kablar@mineralogy.ru*

<sup>2</sup> – *Южно-Уральский Государственный Университет, г. Миасс*

Изучение петрографических характеристик кварца позволяет выявить микроструктурные особенности кварцевого сырья, вариации его состава и строения, определить состав и форму вхождения минеральных примесей, выяснить характер их срастания и взаимоотношения с кварцем, определить наличие газовой-жидких включений, их плотность, размер и распределение. Результаты таких исследований позволяют охарактеризовать качество кварцевых продуктов уже на стадии минералого-петрографического изучения кварцевых объектов и дать прогнозную оценку по его дальнейшему использованию.

Объектом исследования петрографических особенностей кварца послужили месторождения и проявления кварцевых жил Среднего и Южного Урала (Кыштымское, Кузничихинское, Пугачевское, Вязовское месторождения, Дьячковская площадь и Болотное проявление).

Для исследования петрографических свойств кварца были отобраны образцы и пробы из 15 жил, изучены 60 прозрачных шлифов, 40 полированных кварцевых пластинок, 30 порошков (фракция 0.01–0.1 мм и 0.5–1.0 мм).

В *Кыштымском месторождении* изучены образцы кварца из карьера, жил Беркутинской, 191 и 192. Наиболее прозрачным и чистым, пригодным для использования является гранулированный и регенерированный кварц Беркутинской жилы. Этот кварц практически не содержит газовой-жидких включений.

Образцы кварца, которые несут четко проявленные следы катаклаза и характеризуются брекчиевыми текстурами, обычно отличаются волнистым угасанием и содержат мелко пластинчатые и чешуйчатые включения биотита, скелетные зерна магнетита и пластинки гематита. Размеры включений не превышают 5 мкм. Иногда встречаются единичные включения плагиоклаза (олигоклаза) и калиевого полевого шпата (микроклина) размером до 0.1 мм. В прозрачных полированных пластинках, изученных под микроскопом, отчетливо проявлены редкие цепочки газовой-жидких включений размером до 0.5 мкм. Плотность включений на 1 кв. см колеблется в пределах 0.3–2.32 %. Наиболее крупные пузырьки располагаются на границах зерен.

В образцах гранулированного кварца, отобранных из разных горизонтов карьера, отмечаются включения мусковита размером менее 1 мкм и газовой-жидкие включения размером от 0.1 до 1.0 мкм. Наибольшее количество газовой-жидких включений отмечается в образцах катаклазированных, с блочным строением. Трещины не имеют определенной ориентировки, отчетливо выделяются темной окраской, обусловленной скоплениями гематит-магнетитового пылеватого материала. Местами отмечаются пятна и отдельные обособления удлиненно-овальной формы, окрашенные железистыми охрами в бурый тона. Встречаются включения пластинок темно-коричневого, почти черного биотита размером от долей до 2.5–3.0 мм, ориентированные в одном направлении. В прозрачных пластинках под микроскопом видны отдельные скопления газовой-жидких включений размером менее 0.1 мкм. Плотность газовой-жидких включений на 1 кв. см составляет 0.8 %.

Наиболее загрязнена примесями жила 191, в которой минеральные включения в отдельных образцах достигают 3.5 % на 1 кв. см и представлены биотитом, турмалином, цирконом, рутилом, пиритом, гранатом, хлоритом. Отдельные пластинки хлорита достигают 2.0 мм в длину. Газовой-жидкие включения располагаются в кварцевых зернах беспорядочно по всему зерну, либо образуют цепочки в виде пунктирно-точечных

линий, приуроченных обычно к краевым частям зерен. Размеры отдельных газовых пузырьков достигают 1–2 мкм, но в целом основная часть не превышает 0.1–0.5 мкм. Плотность их на 1 кв. см кварцевой пластинки составляет 8.5 %.

Кварц *Кузничихинского* месторождения в целом чистый, особенно его регенерированные разновидности. В полированных пластинках отчетливо различаются три разновидности кварца: прозрачный, полупрозрачный и непрозрачный.

Непрозрачный кварц обычно подвергнут коррозии, содержит большое количество газовой-жидких включений. Кварц полупрозрачный и прозрачный отмечается примерно в одинаковых соотношениях с некоторым преобладанием прозрачного кварца (45 : 55 %).

Кварц полупрозрачный, наблюдается в виде идиоморфных зерен, участками приближается к гранулированному, в прикраевой зоне содержит включения газа и жидкости. Местами на границах зерен, в трещинах развивается тонкочешуйчатый гидробиотит и тонкие пленки лимонита. Размер зерен варьирует в пределах от 0.2–0.5 мм до 1.5–2.0 мм.

Кварц прозрачный правильной и неправильной формы размером от 0.1–0.2 мм до 2.5–3.0 мм, иногда наблюдается в виде удлинённых зерен размером до 4.0 мм, нередко отмечаются следы регенерации. Встречаются трещинки, сложенные полностью корродированными зернами вторичного кварца светло-серого почти белого цвета. В межзерновом пространстве встречаются скопления мелких зерен гидрогетита и редкие чечевицеобразные зерна размером 0.1–0.2 мм. Прозрачный кварц чистый, не содержит ни трещин, ни включений. Некоторые зерна в прикраевой части подвергнуты коррозии, содержат газовой-жидкие включения. Размер газовой-жидких включений в пределах 0.1–0.2 мкм. Плотность включений на 1 кв. см достигает 5.2 %. Газовой-жидкие включения размером до 0.5 мкм располагаются в разных частях кварцевых зерен. Плотность включений на 1 кв. см пластинки составляет 5.2–5.5 %. Мелкие включения слюды размером менее 0.1 мм и редкие игольчатые включения рутила размером менее 0.001 мм составляют 0.1–0.2 % объема пластинки. Они трудно удалимы и могут повлиять на качество сырья.

Кварц из *Пугачевского проявления* (жила 3) отличается чистотой и прозрачностью. Это первично кристаллизованный крупнокристаллический кварц, содержащий незначительное количество газовой-жидких включений. Плотность включений на 1 кв. см полированной пластинки 0.1 %. Редкие пластинки и чешуйки биотита и мусковита, включения магнетита и гематита имеют размер около 0.5 мм и могут быть легко удалены, тем более, что они располагаются в межзерновом пространстве.

Кварц из *Вязовского проявления* (жила 35) гранулированный крупнозернистый, прозрачный. В некоторых зернах встречаются газовой-жидкие включения, формирующие пунктирно-точечные прерывистые цепочки. Они расположены либо в краевых частях зерен, ориентируясь согласно границам зерен, формируя цепочки с разным размером пузырьков. Встречаются цепочки, в которых все пузырьки мелкие (1 класс – 0.1–0.2 мкм), но наблюдаются цепочечные скопления, в которых встречаются одновременно пузырьки двух разных классов (1 – 0.1–0.2 мкм и 4 – 0.75–1.0 мкм). Местами они расположены беспорядочно, в виде одиночных включений, в других случаях образуют небольшие «облачные» поля, размеры которых иногда достигают 10 мкм. Плотность включений на 1 кв. см пластинки 9.8 %. Они располагаются в разных частях кварцевых зерен, но размеры их достаточно большие и такие включения легко удаляются при термообработке.

Кварц из проявлений *Дьячковской площади* взят из жил гранулированного кварца и кварца первично кристаллизованного. В полированной пластинке гранулированного кварца под микроскопом отчетливо выделяются в виде неправильной формы включения гематита. Газовой-жидкие включения наблюдаются в краевых частях зерен. Размеры их варьируют в пределах 0.1–0.2 и 0.2–0.5 мкм. Плотность газовой-жидких включений 3.5 % на 1 кв. см пластинки. Кварц неравномерно зернистый от крупнокристаллического размером от 3.5 мм до 1.5–2.0 см и мелкозернистого – 0.1–1.0 мм.

Кварц наблюдается в виде зерен удлинённой формы, нередко с отчетливо проявленными пирамидальными вершинами и ромбоидальными сечениями. Сечения зерен

характерны для низкотемпературного  $\alpha$ -кварца. Встречаются зерна, отражающие искаженный габитус, что проявляется в смещении отдельных частей кристалла по отношению к винтовой оси и в шлифе это характеризуется искривлением границ между зернами. Это связано с проявлением катакластического метаморфизма.

Первично кристаллизованный кварц более чистый, содержит меньшее количество ГЖВ, плотность включений которых составляет 3.52 % на 1 кв. см пластинки. В полированных пластинках наблюдаются газовой-жидкие включения двух классов: 1 – 0.1–0.2 мкм, и 4 – 0.5–1.0 мкм. Они в виде цепочек располагаются в краевых частях зерен и в межзерновом пространстве. Местами на границе зерен наблюдаются пластинчатые включения гематита. Местами достаточно отчетливо проявлена кристаллобластическая структура, связанная с перекристаллизацией. Поскольку растворимость наибольшая по нормали к направлению наибольшего стресса, в местах наиболее ослабленных, в полостях и на стыках зерен наблюдается направленная кристаллизация. Положение зерен кварца в шлифе в этих участках отражают эту направленность, большая часть зерен ориентирована по длинной оси. Некоторые крупные зерна кварца содержат включения мелких кристалликов кварца.

В **Болотном проявлении** была изучена одна жила (101), которая представлена первично-кристаллизованным кварцем. Кварц крупнокристаллический, чистый, прозрачный, практически не содержит твердых включений. Редкие единичные включения тонких пластинок гематита располагаются по трещинам, на границах блоков и могут быть легко удалены.

В крупных зернах кварца отчетливо проявлены пластические деформации, которые улавливаются по положению систем ламелей. Установлено три системы различных направлений: 1 – параллельно граням призмы, согласно удлинению кристаллов, 2 – близко перпендикулярно граням призмы, 3 – секущие первую систему под углом около 40–45°. Часть ламелей отражает ориентировку активных плоскостей скольжения. В шлифе деформации отчетливо фиксируются волнистым погасанием и оптически деформированными пластинками в виде изогнутых полосок и ромбовидных острых клиноподобных участков толщиной 0.1–0.5 мм, отличающихся двупреломлением (0.006 и 0.008). В скрещенных николях они выглядят асимметричными: темными с одной стороны, светлыми с другой. Изогнутость участков в кварцевых зернах, возможно, связана с вращательными движениями во время кристаллизации зерен кварца.

В кварце наблюдаются системы цепочек газовой-жидких включений, ориентированных субпараллельно и, по-видимому, располагающихся по зонам роста кристалла.

Газовой-жидких включений много: плотность ГЖВ на 1 кв. см пластинки достигает 18.9 %. Однако размеры включений достаточно большие – 1.0–1.2 мкм и легко удаляются при термической обработке, независимо от мест расположения.

Проведенные исследования петрографических особенностей кварца из разных месторождений Урала показали, что практически весь изученный кварц содержит газовой-жидкие включения разных размеров и распределения. В большинстве случаев они образуют плотные или точечно-пунктирные цепочки, приуроченные к краевым частям зерен, к микроскопическим трещинам или к межзерновому пространству. Встречаются кварцевые зерна, в которых ГЖВ расположены хаотично. Распределение ГЖВ по крупности неравномерное. Наибольшее количество газовой-жидких включений содержит кварц катаклазированный и брекчированный, наиболее чистый – гранулированный и регенерированный кварц.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 23, проекта № 2.1.1/10727 аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» и в соответствии с Государственным контрактом на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд № П-735 от 20.05.2010.*