

УДК 553.87 (234.850)

О СТРОЕНИИ ЖИЛЬНОГО КВАРЦА ХРУСТАЛЕНОСНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРАЛА

В. Ю. Эшкин

Изучение строения жильного кварца может значительно облегчить выявление перспективности жильных тел на рудоносность. Большинство промышленно ценных минералов в жилах образуется позже кварца, поэтому кварц несет на себе следы проявления процессов формирования рудной минерализации. Так, на золоторудных месторождениях выявлены структуры жильного кварца, возникшие при развитии позднейшего метасоматического оруденения [Адамс, 1934]. Одна из последних и наиболее полных сводок этих структур приведена Н. В. Петровской [1956].

Большое внимание уделено также изучению жильного кварца месторождений горного хрусталя. Известен ряд признаков, по которым удается среди значительного количества кварцевых жил выделить наиболее перспективные на хрусталеносность. Однако в приведенных ранее исследованиях нет вполне четкого разделения структур жильного кварца на первичные и вторичные, связанные с этапом формирования в жилах хрустальных гнезд.

В связи с этим рассмотрим некоторые особенности строения жильного кварца, обнаруженные при изучении хрусталеносных жил одного из месторождений Урала. Жилы расположены среди карбонатных пород. Их формирование происходило в два этапа [Эшкин, 1960, 1963]. В течение первого этапа образовались собственно кварцевые жилы линзовидной формы мощностью более 2 м. Со вторым этапом связано развитие сложной ветвящейся системы кварцевых жил и прожилков, расположенных на продолжении и в пределах ранее образовавшихся кварцевых жил. С этими прожилковыми зонами сингенетичны хрустальные гнезда.

Кварц, слагающий жилы первого этапа, мы относим к кварцу первой генерации, слагающий жилы второго этапа — ко второй генерации. Кварц первой генерации за счет интенсивной трещиноватости и присутствия значительного количества газово-жидких включений имеет молочно-белую окраску. Индивиды его разделяются друг от друга отдельными сохранившимися индукционными гранями. Это позволяет установить первичные структуры кварца.

В зальбандах жилы сложены более мелкозернистым кварцем, размеры отдельных индивидов увеличиваются (к центру) от 3—5 до 20—30 см в поперечнике. Форма индивидов здесь изометрическая или слегка удлиненная, в центре — удлиненная. Если в зальбандах ориентировка индивидов беспорядочная, то по мере удаления от контактов их расположение более упорядоченно: под углом 75—90° удлинением к контактам жилы. Одновременно с увеличением размеров индивидов резко уменьшается их число (от 300—400 до 15—20 на 1 м² площади жильного тела в плоскости его падения). Контакты жилы четкие.

Все это свидетельствует о свободном росте кристаллов кварца в полых трещинах по закону геометрического отбора. При этом растущие кристаллы проходят стадию роста отдельными индивидами и находятся в стадии друзового роста [Леммлейн, 1945; Григорьев, 1961]. Заполнение трещин кварцем в данном случае наступает прежде начала последней стадии — стадии параллельно-шестоватого роста кристаллов, так как на стенках трещин среди мраморов самопроизвольно кристаллизуется сравнительно небольшое число зародышей. В жилах же среди пород иного состава (кварцитов, слюдисто-кварцевых сланцев и других) зарождение идет на готовых зародышах — зернах порообразующего кварца, число которых резко возрастает по сравнению с предыдущим случаем. В связи с этим в жилах среди мраморов значительно затягиваются первые две стадии роста индивидов кварца.

Растущие от стенок внутрь трещины друзовые агрегаты кварца заполняют все полое пространство, лишь кое-где остаются небольшие полости, внутрь которых выступают вершины или другие полупрозрачные части кристаллов кварца.

Блоки полупрозрачного кварца встречаются в различных частях жилы. Они обычно приурочены к промежуткам между сильно трещиноватыми зонами, имеющими молочно-белую окраску. Зоны трещиноватости и отдельные трещины пересекают несколько индивидов жильного кварца. Их можно проследить на значительном расстоянии. При выдержанности общего направления трещин в отдельных индивидах они несколько меняют ориентировку и в целом имеют ступенчатый характер.

Развитие трещиноватости вызывает появление типичных метаморфических структур жильного кварца. В зависимости от степени тектонических напряжений можно выделить различные метаморфические структуры, легко различимые под микроскопом в прозрачных шлифах. За основу классификации этих структур принята классификация Н. В. Петровской [1956].

Пока механические напряжения не достигнут определенного предела, в кристаллах кварца проявляются пластические деформации. После того, как величина тектонических сил, действующих на жильный кварц, превысит предел его упругости, среди кварца начинают развиваться хрупкие деформации и характерные метаморфические структуры. Вместе с тем можно отчетливо проследить постепенное усложнение метаморфических структур кварца в зависимости от величины действующих на него сил.

Пластические деформации прежде всего вызывают появление дислокаций в структуре минерала, которые обнаруживаются под микроскопом в виде волнистого погасания блоков кварца [Адамс, 1934; Соловьев, 1945]. В данном случае можно выделить обычно широко распространенное волнистое, сложно-волнистое или «перистое» погасание.

Другой тип пластической деформации связан со скольжением одних частей кристалла относительно других, зачастую с некоторым поворотом одних блоков относительно других без видимого внешнего нарушения сплошности индивидов. Поверхности скольжения представляют собой плоскости, параллельные плоским сеткам с наибольшей ретикулярной плотностью [Киттель, 1963]. В шлифах под микроскопом видно, что в этом случае индивид кварца распадается на серии блоков, оптические оси которых ориентированы относительно друг друга под углами от 3—5 до 80—85°. Форма блоков пластинчатая, если плоскости скольжения параллельны друг другу (рис. 1, а), либо линзовидная, если скольжение происходит по двум и более системам различно ориентированных плоскостей (рис. 1, б). По мнению Г. Н. Вертушкова [1946], эти полосчатые структуры появляются главным образом благодаря скольжению вдоль плоскостей двойникования кварца по бразильскому закону. Ориентировка плоскостей скольжения относительно удлинения индивидов свидетельствует о том, что плоскости скольжения ориентированы параллельно плоскостям

весьма несовершенной спайности кварца по Эшкину $\{10\bar{1}1\}$. Развитие двойникования по бразильскому закону в достаточно крупных кварцевых блоках не встречено. В то же время полосчатые структуры и связанное с ними разлистование кварца (отдельность кварца) захватывают довольно значительные части индивидов (до 30—40 см). При переходе

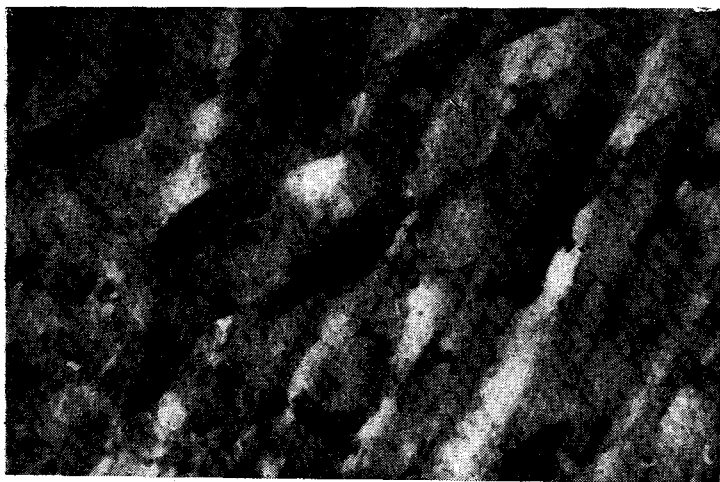


Рис. 1. Структура жильного кварца: а — полосчатая; б — линзовидно-полосчатая. Николи $+$, $\times 15$.

из одного индивида в другой полосчатые структуры исчезают или видоизменяются, что связано с различной ориентировкой ослабленных плоскостей относительно направления действующих сил.

Хрупкие деформации кварца сопровождаются появлением различного типа зернистых и брекчиевых структур.

Зернистые структуры характеризуются разделением индивидов кварца или их частей на мелкие, но близкие по размерам блоки изометрической

или близкой к ней формы, оптические оси которых ориентированы под различными углами друг к другу (от 0 до 90°).

Мы не наблюдали грануляции кварца, распространяющейся на все жильное тело, как отмечено для некоторых жил Урала Г. Н. Вертушковым [1955].

Зернистые структуры развиваются либо вдоль трещин (рис. 2), либо захватывают участки жильного кварца.

С течением времени величина механических напряжений и общий план деформаций могли значительно изменяться. Зачастую наблюдается наложение различных метаморфических структур друг на друга.

Наиболее интересны брекчиевые структуры жильного кварца — отдельные сравнительно крупные и угловатые обломки жильного кварца,

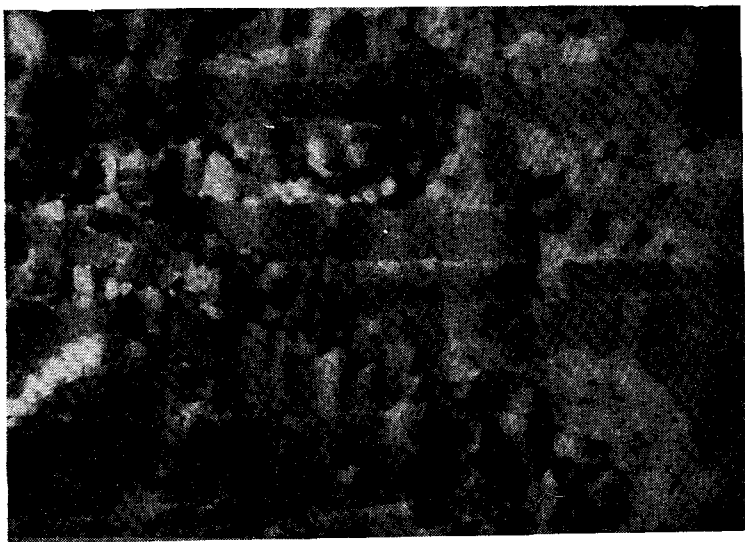


Рис. 2. Образование зернистого кварца вдоль трещин. Николи
+, $\times 15$.

промежутки между которыми заполнены мелкораздробленным кварцем с примесью мусковита, карбонатов и сульфидов (рис. 3). Такие структуры обычно наблюдаются в зонах интенсивной трещиноватости жильного кварца, к которым приурочены хрустальные гнезда наложенного типа. Слюда образовалась в течение второго этапа минерализации — перед отложением кварца 2-й генерации, сульфиды — одновременно с ним [Эшкин, 1960]. Поэтому появление этих минералов в цементе брекчированного кварца однозначно связывает развитие этих структур со вторым этапом формирования жильных тел, т. е. с периодом образования хрустальных гнезд.

Когда хрустальные гнезда располагаются среди жильного кварца, их полости развивались за счет растворения последнего. Совершенно очевидно, что в первую очередь растворялся сильно раздробленный кварц, так что стенки гнезда перемещались до крупнокристаллического кварца. Часто создается впечатление, что последний концентрируется вокруг гнезда. Это вызвало предположение о том, что крупнокристаллический кварц является результатом перекристаллизации мелкозернистого вокруг хрустального гнезда. В рассматриваемом случае крупнокристаллический кварц является первичным, образование его не связано с процессом формирования хрустальных гнезд. Вместе с тем гидротермальные растворы,

проникая за границы гнезда, оказывают воздействие на крупнокристаллический кварц. Так, отдельные индивиды, в меньшей степени подвергшиеся метаморфизму, путем регенерации восстанавливают нормальную

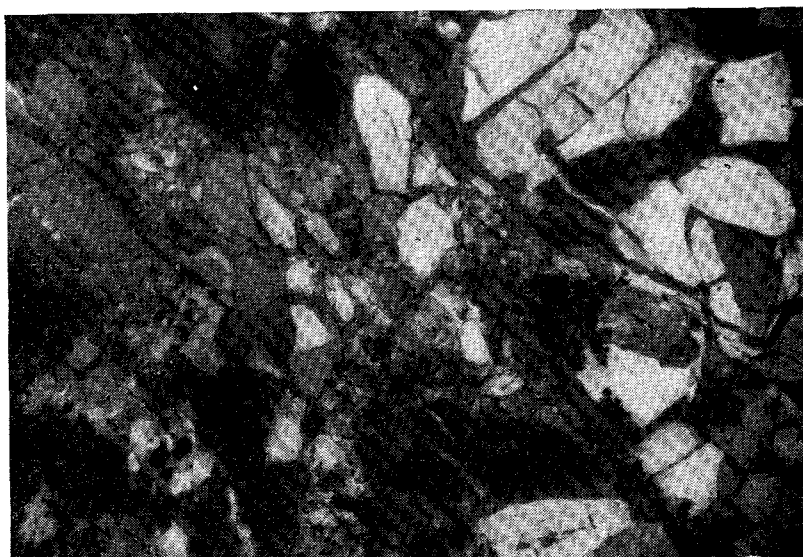


Рис. 3. Брекчированный жильный кварц (черное — сульфиды). Николи +, $\times 15$.

для кварца кристаллографическую огранку. Кроме того гидротермальные растворы, просачивающиеся по трещинам, пересекающим крупные индивиды жильного кварца, вызывают их регенерацию по стенкам. В этом случае на стенках трещин наблюдается многоглавый рост индивидов.

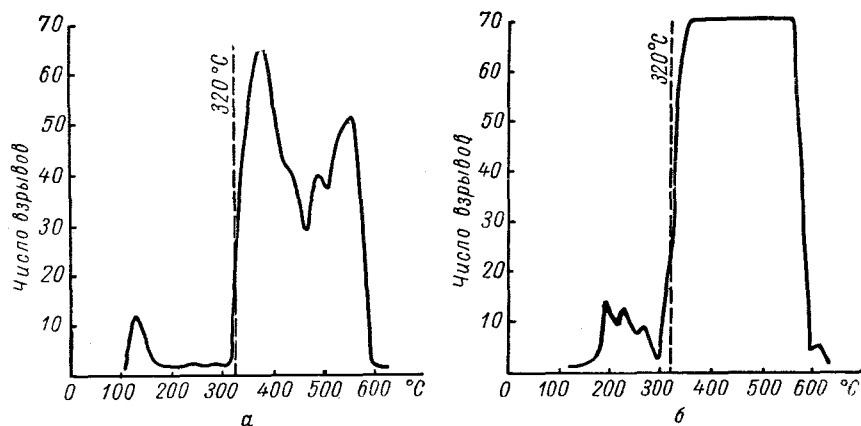


Рис. 4. Графики растрескивания газожидких включений жильного кварца: а — крупнокристаллического; б — регенерированного.

Он проходит в начальную стадию регенерации сколов кристаллов кварца. Отдельные головки сложены прозрачным кварцем, среди которого иногда встречаются радиально-чешуйчатые агрегаты мусковита. На регенерированном кварце местами встречены мелкие (до 1 см в поперечнике) кристаллы кальцита, которые образуются в конце второго этапа минерали-

зации [Эшкин, 1960]. Иногда регенерация кварца продолжается до полного заполнения трещины. Тогда среди молочно-белого кварца наблюдаются мелкие (до 1 см мощностью) жилки прозрачного кварца.

Интересные результаты дает исследование температур растрескивания газовой-жидких включений в молочно-белом (метаморфизованном) и прозрачном (регенерированном) жильном кварце. Графики, отражающие число «взрывов» включений при различной температуре, показывают, что крупнокристаллический жильный кварц содержит главным образом включения, которые растрескиваются при 300° С и выше (рис. 4, а). При 100—150° С растрескивается незначительное число включений.

Заметно изменяются такие графики в регенерированном кварце. Здесь резко возрастает число низкотемпературных включений (рис. 4, б), указывающих на то, что регенерация кварца происходила под влиянием более низкотемпературных растворов, чем образование первичного жильного кварца.

По данным В. А. Смирновой [1958] и А. В. Пизнюр [1960], температура гомогенизации включений в кварце первой и второй генераций соответственно равна 340—280 и 180—120° С.

По графикам температуры растрескивания включений можно подтвердить первичное образование крупнокристаллического кварца из высокотемпературных растворов. Низкотемпературные растворы второго этапа, из которых кристаллизуется горный хрусталь, вызвали появление в крупнокристаллическом кварце небольшого числа включений по трещинам и, как указано выше, регенерацию и залечивание трещин в метаморфизованных индивидах жильного кварца.

ВЫВОДЫ

1. Крупнокристаллический кварц в жилах изученного месторождения является первичным образованием, не связанным с формированием хрустальных гнезд.

2. Жилы, сложенные крупнокристаллическим кварцем, являются более благоприятной средой для образования поздних трещин (и связанных с ними хрустальных гнезд), чем жилы мелкозернистого кварца, — более пластичные по своим физическим свойствам.

3. К признакам хрусталеносности кварцевых жил можно отнести следующие: а) интенсивное развитие трещиноватости и дробления жильного кварца; б) регенерацию индивидов жильного кварца вдоль трещин, когда регенерированные области содержат газовой-жидкие включения, гомогенизация которых происходит при той же температуре, что и образование кварца хрустальных гнезд. Это явление может сопровождаться образованием полостей растворения и отложением минералов второго — хрусталеносного — этапа минерализации; в) появление брекчиевых метаморфических структур жильного кварца; в цементе этих структур должны встречаться минералы, характерные для хрустальных гнезд месторождения; г) наличие в жиле полостей с кристаллами кварца — прямое указание на хрусталеносность жилы.

ЛИТЕРАТУРА

Адамс С. Ф. Микроскопическое изучение жильного кварца. Сб. «Критерии возрастных соотношений рудообразующих минералов по микроскопическим исследованиям». Госгеолнефтьиздат, 1934.

Вертушков Г. Н. Разлитованный кварц с горы Хрустальной. Зап. ВМО, ч. 75, вып. 4, 1946.

Вертушков Г. Н. Метаморфизм жильного кварца. Материалы по геологии Урала. Тр. Свердл. горного ин-та, вып. 22, 1955.

Григорьев Д. П. Онтогенез минералов. Изд-во Львовского ун-та, 1961.

Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. Физматгиз, 1963.

Леммлейн Г. Г. Процесс геометрического отбора в растущем агрегате кристаллов. ДАН СССР, т. 48, № 3, 1945.

Петровская Н. В. Некоторые особенности внутрирудного метаморфизма золото-кварцевых образований на примере месторождений Енисейского края. Тр. НИГРИзолото, вып. 21, 1956.

Пизнюр А. В. О температурах формирования месторождений горного хрусталя Урала и химическом составе газово-жидких включений в кварце. Изв. МВО СССР, серия геол. и разв., № 5, 1960.

Смирнова В. А. Об ореолах выщелачивания вокруг хрустальных гнезд Урала. Тр. ВНИИП, т. 2, вып. 1, 1958.

Соловьев С. П. К вопросу о происхождении волнистого угасания в кварце. Зап. ВМО, ч. 74, вып. 4, 1945.

Эшкин В. Ю. Некоторые особенности генезиса и минералогии месторождения горного хрусталя в мраморах на Урале. Тр. ВНИИП, т. 3, вып. 2, 1960.

Эшкин В. Ю. Гидротермальные изменения карбонатных пород около хрусталеносных жил. Зап. ВМО, ч. 92, вып. 1, 1963.
