

**КРУПНАЯ КВАРЦЕВАЯ ЖИЛА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ШАРТАШСКОГО ГРАНИТНОГО МАССИВА:
МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД
И ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ КРИСТАЛЛОВ КВАРЦА**

О. А. Суставов

Рассматривается кварцевая жила, залегающая вдоль контакта между гранитами и дайкой лампрофиров и несущая минерализацию, сходную (хотя и относительно слабо проявленную) с присутствующей в золотоносных жилах Березовского месторождения. Лампрофиры в контакте с кварцевой жилой подверглись метасоматическим изменениям, подобным происходящим во фронтальных частях околожилных оторочек фенгитовых гумбеитов вокруг залегающих в гранитах сульфидно-кварцевых жил центральной части Шарташского массива. Граниты (и гранит-порфиры) в контактах кварцевых прожилков вблизи жилы местами подвержены метасоматическим изменениям, характеризующимся резким увеличением количества микроклина, вплоть до образования метасоматитов микроклин-кварцевого состава.

В жиле содержатся кристаллы кварца, на инфракрасных спектрах которых ОН (Li)-полоса поглощения 3485 см^{-1} отсутствует или очень слабая (радиационный дымчатый кварц), и кристаллы, у которых эта полоса достаточно интенсивна – приближается по интенсивности к присутствующей у всех изученных кристаллов ОН (Al)-полосе поглощения 3380 см^{-1} (радиационный цитриновый кварц).

Ключевые слова: Шарташский массив; кварцевые жилы; метасоматические изменения; кристаллы кварца; инфракрасные спектры.

В восточной части Шарташского гранитного массива, располагающегося на юго-западной окраине Березовского золоторудного поля (геологическое строение массива рассмотрено в работе [1]), имеется крупная кварцевая жила с золото-сульфидной минерализацией, сходной (хотя и относительно слабо проявленной) с наблюдающейся в золото-сульфидно-кварцевых жилах Березовского золоторудного месторождения [2, 3]. В статье приводятся некоторые сведения о метасоматических изменениях в контактах данной жилы. Эти сведения дополняют данные о характере метасоматических изменений в пределах Шарташского массива, которые, в частности, могут быть использованы для понимания гидротермальной системы Березовского рудного поля в целом.

Рассматриваемая кварцевая жила содержит многочисленные кристаллы кварца [2]. Одним из методов изучения последних является инфракрасная спектроскопия, позволяющая определять присутствие ряда примесей в кристаллической решетке данного минерала [4, 5]. В статье приводятся инфракрасные спектры кристаллов кварца рассматриваемой жилы, и производится их сопоставление с инфракрасными спектрами некоторых кристаллов кварца Березовского золоторудного месторождения.

Приводимые материалы основаны на

изучении 20 штуфов и 75 шлифов горных пород, 30 шлифов кварца из жилы и кварцевых прожилков, а также 11 полированных с двух сторон пластинок, вырезанных из кристаллов кварца, отобранных из рассматриваемой кварцевой жилы и на Березовском месторождении. Для более четкого выявления калиевого полевого шпата использовалось окрашивание штуфов и шлифов кобальт-нитритом. Количественно-минералогические подсчеты в породах производились в штуфах планиметрическим методом и в шлифах на интеграционном столике Андина.

Изучаемая кварцевая жила находится в 6 км к востоку от г. Екатеринбург, у дороги Екатеринбург–Ново-Свердловская ТЭЦ (0,4 км к западу от автобусной остановки Сады). Мощность жилы до 1 м, длина по простиранию более 175 м. Она имеет северо-восточное простирание и падение на юго-восток под 80° [2].

Метасоматические изменения вмещающих пород. В месте нахождения данной кварцевой жилы среднезернистые граниты Шарташского массива пересечены дайкой гранит-порфиров северо-западного простирания (падение на северо-восток под $70\text{--}80^\circ$, мощность до 10 м) и дайкой лампрофиров северо-восточного простирания (падение на юго-восток под 80° , мощность до 4 м). Кварцевая жила идет вдоль контакта между гра-

нитами и лампрофирами [2].

Лампрофиры (40–45 % плагиоклаза, 15–20 % микроклина, 10–15 % кварца, 30 % амфибола и биотита) в контактах с кварцевой жилой изменены: биотит, амфибол и отчасти плагиоклаз замещаются мусковитом, при этом количество микроклина возрастает на 3–4 % по сравнению с неизменными породами (подсчеты Н. С. Тумановой на интеграционном столике Андина в двух шлифах). Так как изученные образцы пород взяты из зоны выветривания и в них присутствует лимонит, то не исключено, что измененные лампрофиры (как и другие рассматриваемые ниже метасоматически измененные породы) могли содержать некоторое количество карбоната. Отмеченные изменения лампрофиров сходны с метасоматическими изменениями, происходящими во фронтальных частях околожильных оторочек фенгитовых гумбеитов вокруг залегающих в гранитах сульфидно-кварцевых жил центральной части Шарташского гранитного массива (Шарташский щебеночный карьер) [6–8]. Возрастанию количества микроклина в измененных лампрофирах соответствует присутствие микроклина в кварцевой жиле, а также в кварцевых прожилках среди измененных лампрофиров.

Граниты и гранит-порфиры (в неизмененных гранитах 50 % олигоклаз-андезина, 25 % микроклина, 22 % кварца, 3 % биотита – определено Е. Н. Паршаковым планиметрическим методом в окрашенном штуфе) вблизи от кварцевой жилы также местами подвержены метасоматическим изменениям. Последние наблюдались нами непосредственно в контактах основной кварцевой жилы (контакт метасоматически измененных гранитов и гранит-порфира с основной кварцевой жилой был недоступен для наблюдения), а в участках развития кварцевых прожилков мощностью до 2–3 см вблизи от основной кварцевой жилы. Окрашивание кобальт-нитритом штуфов измененных гранитов и гранит-порфира, пересеченных данными кварцевыми прожилками, показывает резкое увеличение количества микроклина в измененных породах по сравнению с исходными породами. В отличие от фенгитовых гумбеитов, слагающих метасоматические оторочки вокруг сульфидно-кварцевых жил центральной части Шарташского гранитного массива, в которых количество микроклина по сравне-

нию с исходными гранитами обычно возрастает на единицы процентов [6–8], в данном случае количество микроклина в прилегающих к кварцевым прожилкам измененных гранитах и гранит-порфирах возрастает по сравнению с исходными породами на десятки процентов.

В гумбеитовых оторочках вокруг сульфидно-кварцевых жил центральной части Шарташского массива в качестве первого проявления околожильных метасоматических изменений обычно отмечается замещение биотита мусковитом [6, 7]. Связанный с гумбеитизацией микроклин появляется в этих оторочках по мере дальнейшего усиления метасоматических изменений с приближением к жилам. Вблизи рассматриваемой кварцевой жилы во внешних зонах метасоматических изменений вокруг кварцевых прожилков также отмечается замещение биотита мусковитом (более крупночешуйчатым, чем в гумбеитовых оторочках в центральной части Шарташского массива), но здесь развитие метасоматического микроклина нередко начинается, как показывает окрашивание шлифов кобальт-нитритом, еще до мусковитизации биотита.

После мусковитизации биотита развитие в измененных породах метасоматического микроклина (замещающего главным образом плагиоклаз) по мере приближения к кварцевым прожилкам усиливается; плагиоклаз при этом начинается одновременно замещаться микроклином и мусковитом. Это замещение сначала происходит в центральных частях зерен плагиоклаза, а затем распространяется на весь объем этих зерен; при полном замещении плагиоклаза микроклином и мусковитом образуется метасоматит, состоящий из микроклина, мусковита и кварца.

В ходе дальнейшего усиления метасоматических изменений с приближением к кварцевым прожилкам микроклин начинает замещать мусковит, приводя к исчезновению последнего. После этого микроклин иногда начинает замещать и кварц – возникает порода, состоящая лишь из микроклина и некоторого количества кварца.

Данная последовательность изменений гранитов и гранит-порфира может быть представлена следующей метасоматической колонкой:

Микроклин, кварц, плагиоклаз, биотит
Микроклин, кварц, плагиоклаз, мусковит
Микроклин, кварц, мусковит
Микроклин, кварц
Микроклин

Указанный «обычный» порядок расположения зон метасоматической колонки иногда несколько изменяется – замещение мусковита микроклином иногда происходит раньше полной мусковитизации плагиоклаза, так что в процессе метасоматических изменений образуется зона, состоящая из микроклина, реликтов плагиоклаза (преимущественно не подвергшихся мусковитизации наружных кайм кристаллов плагиоклаза) и кварца. То есть в этом случае мы имеем следующую последовательность зон метасоматической колонки:

Микроклин, кварц, плагиоклаз, биотит
Микроклин, кварц, плагиоклаз, мусковит
Микроклин, кварц, плагиоклаз

В метасоматических колонках с «обычным» расположением зон иногда во внутренней зоне (после исчезновения мусковита) у контактов кварцевых прожилков появляется плагиоклаз, замещающий микроклин (то же отмечается в метасоматических оторочках фенгитовых гумбеитов в центральной части Шарташского массива [8]). Новообразованный плагиоклаз образует отдельные зерна, иногда содержащие реликты микроклина, тонкие каемки на кристаллах микроклина, мелкие ситовые порфиробласты неправильной формы в основной массе измененных гранит-порфиров.

Кварцевые прожилки, залегающие в охарактеризованных ранее метасоматически измененных гранитах и гранит-порфирах, кроме кварца в том или ином количестве обычно содержат микроклин, а также иногда плагиоклаз (в случае присутствия последнего во вмещающих метасоматитах). В отличие от сульфидно-кварцевых жил Шарташского карьера [8], окруженных каймами фенгитовых гумбеитов, для данных прожилков характерно значительно большее количество микроклина, а также почти полное отсутствие мусковита (и карбоната); это соответствует аналогичным отличиям рассмотренных метасоматитов, вмещающих кварцевые прожилки, от фенгитовых гумбеитов Шарташского карьера.

Инфракрасные спектры кристаллов кварца. Рассматриваемая жила сложена за-

мутненным флюидными включениями гигантозернистым деформированным кварцем с размером индивидов до 30 см в поперечнике (кварц-1). Заметной преимущественной ориентировки с-осей индивидов в агрегате жильного кварца не отмечается.

Кроме присутствующего в жиле микроклина, в виде отдельных гнезд и по трещинам в кварце наблюдаются галенит и тетраэдрит; последний образует крупные выделения с примесью пирита и тонкозернистые сростания с галенитом. Галенит замещает пирит. Реже встречаются также серицит и сфалерит (клейофан). В жиле присутствует самородное золото с пробностью 752–940 [3]; в [3] отмечается, что данная жила «по минеральным ассоциациям, морфологическим особенностям самородного золота и его пробности сопоставима с поздней золотопродуктивной минерализацией других участков Березовского рудного поля».

С приближением к выделениям сульфидов замутненный флюидными включениями кварц-1 нередко сменяется прозрачным (содержащим значительно меньше флюидных включений) кварцем-2, который, по-видимому, отлагался вместе с сульфидами после образования основного кварца-1. В кварце-1 наблюдаются прожилки прозрачного кварца-2 с галенитом, а также прожилки кварца-2 с кристаллами горного хрусталя. Внутри некоторых кристаллов кварца имеются взвешенные мелкие ограненные кристаллики тетраэдрита, галенита (кубы, кубооктаэдры), пирита (пентагон-додекаэдры, кубы, октаэдры и их комбинации) и сростки этих кристалликов (данные Е. Н. Паршакова).

В изучаемой жиле присутствуют как дымчатые, так и бесцветные кристаллы горного хрусталя (при разработке жилы в ней было встречено гнездо размером более 1 м, в котором находились дымчатые кристаллы горного хрусталя длиной до 0,5 м). Иногда в кристаллах наблюдается чередование темнодымчатых и бесцветных зон роста по ромбоэдру. Габитус кристаллов преимущественно гексагонально-призматический. Изредка наблюдаются грани тригональной дипирамиды и тригонального трапецоэдра.

Кристаллы кварца содержат беспорядочно разбросанные первичные трехфазовые флюидные включения с жидкой углекислотой. Вторичные флюидные включения вдоль залеченных трещин, нередко двухфазовые,

образовались из растворов, не содержащих значительного количества CO_2 .

Инфракрасные (ИК) спектры кристаллов кварца изучались в двусторонне полированных пластинках толщиной 1,4–1,8 мм, вырезанных перпендикулярно или параллельно оси с из бесцветных и дымчатых (со слабой дымчатой окраской) кристаллов кварца (образцы из жилы отбирались Е. Н. Паршаковым). Для сравнения были сняты также ИК-спектры кристаллов кварца из золото-сульфидно-кварцевых жил Березовского золоторудного месторождения (образцы из коллекции Б. В. Чеснокова, отобранные из подземных горных выработок, в том числе из шахты «Южная» – дайка Соймановская,

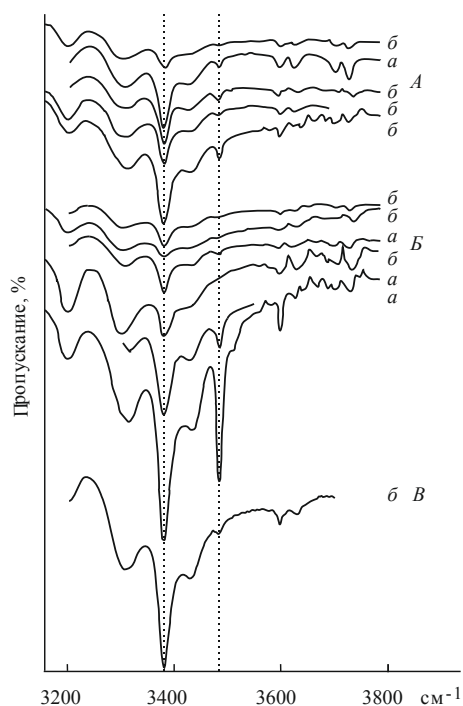


Рис. 1. Инфракрасные спектры кварца (*a* – бесцветного, *b* – с природной дымчатой окраской):
A – кристаллы из Березовского месторождения,
B – кристаллы из данной кварцевой жилы, *B* – жильный кварц из сульфидно-кварцевой жилы Шарташского карьера; пунктир – полосы 3380 и 3485 cm^{-1}

горизонт 162 м). Кроме того, был снят ИК-спектр дымчатого стекловидного жильного кварца из охарактеризованной в статье [9] сульфидно-кварцевой жилы, залегающей в гранитах Шарташского щебеночного карьера (центральная часть Шарташского массива) и окруженной метасоматическими каймами фенгитовых гумбеитов.

Измерения инфракрасных спектров проводились в Лаборатории физических и химических методов исследования Института геологии и геохимии УрО РАН на ИК Фурье-спектрометре «Spectrum One» фирмы «Perkin Elmer» (при комнатной температуре); спектры снимались Е. С. Шагаловым и Т. Ю. Веретенниковой.

На всех снятых спектрах (рис. 1) наблюдается четко выраженная ОН (Al)-полоса поглощения 3380 cm^{-1} . Согласно [4], она соответствует наличию групп OH^- в кремнекислородных тетраэдрах, ионы Si^{4+} которых замещены ионами Al^{3+} . Кроме того, на ряде спектров имеется в той или иной степени выраженная ОН (Li)-полоса поглощения 3485 cm^{-1} , которая связана с колебаниями групп OH^- , возмущенных межузловыми ионами Li^+ .

Кроме того, на спектрах отмечается также поглощение, связанное с собственными колебаниями кварца (3200, 3300 cm^{-1}) и незначительные ОН (К)-полосы [4] в области 3590 cm^{-1} . Отмечаемое у ряда проб малоинтенсивное поглощение в интервале 3600–3700 cm^{-1} может служить, по [4], признаком присутствия в кварце фтористоводородных комплексов.

Изученные кристаллы кварца данной жилы можно разделить на кристаллы (бесцветные или имеющие природную дымчатую окраску), у которых ОН (Li)-полоса 3485 cm^{-1} отсутствует или очень слабая, и кристаллы (бесцветные), у которых эта полоса проявлена достаточно интенсивно и иногда приближается по интенсивности к ОН (Al)-полосе 3380 cm^{-1} (см. рис. 1, Б). Известно, что кристаллы кварца, имеющие на ИК-спектрах лишь ОН (Al)-полосы, обычно представляют собой радиационные (приобретающие окраску при облучении) дымчатые кристаллы, а достаточно интенсивно проявленные ОН (Li)-полосы свойственны радиационному цитриновому кварцу [4, 5]. Согласно [5], радиационный цитриновый кварц кристаллизуется при несколько более низких температурах, чем радиационный дымчатый кварц, из растворов с более высокими концентрациями алюминия и лития.

В имеющейся выборке кристаллов кварца из Березовского золоторудного месторождения ОН 9Li)-полоса во всех случаях отсутствует или очень слабая (см. рис. 1, А). Дымчатый жильный кварц из сульфидно-кварцевой жилы Шарташского карьера также

характеризуется очень слабой полосой 3485 см⁻¹ (см. рис. 1, В). Отсутствие этой полосы в исследованных кристаллах из Березовского месторождения, возможно, обусловлено тем, что изучались главным образом кристаллы с природной дымчатой окраской. Так что не исключено, что при дальнейших исследованиях кристаллы кварца (особенно бесцветные) с ОН (Li)-полосами на инфракрасных спектрах будут, как и в данной жиле, обнаружены и на Березовском месторождении.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Рассматриваемая кварцевая жила из восточной части Шарташского массива содержит золото-сульфидную минерализацию, сходную (хотя и относительно слабо проявленную) с присутствующей в золото-сульфидно-кварцевых жилах Березовского золоторудного месторождения.

2. Лампрофиры в контакте с кварцевой

жилой подверглись метасоматическим изменениям, подобным происходящим во фронтальных частях околожилных оторочек фенгитовых гумбеитов вокруг залегающих в гранитах сульфидно-кварцевых жил центральной части Шарташского массива. Граниты и гранит-порфиры местами подвержены вблизи жилы метасоматическим изменениям, характеризующимся резким увеличением количества микроклина, вплоть до образования метасоматитов микроклин-кварцевого состава.

3. В жиле содержатся кристаллы кварца, на инфракрасных спектрах которых ОН (Li)-полоса поглощения 3485 см⁻¹ отсутствует или очень слабая (радиационный дымчатый кварц), и кристаллы, у которых эта полоса достаточно интенсивна – приближается по интенсивности к присутствующей у всех изученных кристаллов ОН (Al)-полосе поглощения 3380 см⁻¹ (радиационный цитриновый кварц).

Автор благодарит Е. С. Шагалова (Институт геологии и геохимии УрО РАН) и Т. Ю. Веретенникову (УГГУ) за съемку ИК-спектров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прибавкин С. В., Вотяков С. Л. Амазонитсодержащие пегматиты Шарташского массива (Средний Урал): минералогия, петрогенезис // Записки Российск. минерал. об-ва. 2004. № 4. С. 10–20.
2. Суставов О. А., Паршаков Е. Н. Крупная кварцевая жила в восточной части Шарташского гранитного массива // Матер-лы Урал. летней минералог. школы-98. Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1998. С. 49–51.
3. Минеральные ассоциации и типоморфные особенности самородного золота зоны гипергенеза Березовского рудного поля / Г. П. Дворник [и др.] // Вестник Урал. отд. Российск. минералог. об-ва. 2002. № 1. С. 16–22.
4. Павлишин В. И. Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях. Киев: Наук. думка, 1983. 232 с.
5. Примесный состав и метрика решетки кристаллов кварца гидротермальных жил Урала / М. А. Кузьмина [и др.] // Записки Российск. минерал. об-ва. 1996. № 2. С. 79–88.
6. Грабежев А. И. Особенности березитизации гранитоидов Шарташского массива на Среднем Урале // Труды Ин-та геологии и геохимии УФАН СССР. 1970. Вып. 86. С. 10–14.
7. Гумбеитовая формация Урала / Э. М. Спиридонов [и др.]. М.: МГУ, 1997. 100 с.
8. Суставов О. А. Околожилные фенгитовые гумбеиты центральной части Шарташского гранитного массива: детали строения метасоматических колонок // Изв. УГГУ. 2013. № 3(30). С. 18–23.
9. Суставов О. А., Шамуратова Н. С. Полосчатая текстура сульфидно-кварцевого прожилка из центральной части Шарташского гранитного массива // Изв. УГГГА. 2000. № 10. С. 82–84.

Поступила в редакцию 17 октября 2013 г.

Суставов Олег Анатольевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии и петрографии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: olsustavov@mail.ru