

ВТОРИЧНЫЕ КВАРЦИТЫ ХРЕБТА АЛАБИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ): МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ФЛЮИДНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

Л.Я. Кабанова, М.А. Корекина

Методами оптической спектроскопии и микротермобарогеохимии изучены флюидные включения в кварцитах хребта Алабия. Установлено, что кварциты характеризуются высоким содержанием зерен кварца до 90 % и переменным количеством слюды (до 30 %). Сформировались кварциты из растворов NaCl-KCl-H₂O с солёностью 6,30 мас. % NaCl-экв. Температуры гомогенизации варьируют в пределах 161–247 °С. Образование кварцитов произошло путем переработки исходных аркозовых песчаников и пелитов.

Ключевые слова: кварцит, флюидные включения, микротермобарогеохимия.

В настоящее время месторождения вторичных кварцитов представляют интерес как источник для получения высокочистых кварцевых концентратов, используемых ведущими отраслями отечественной промышленности [1, 2]. Чистота вторичных кварцитов обусловлена условиями их образования, влияющими на наличие в них минимального количества минеральных и флюидных включений [3]. Флюидные включения в свою очередь несут информацию о составе минералообразующего раствора и температурах образования и преобразования месторождений кварцитов.

В пределах Южного Урала расположены крупные хребты, практически полностью сложенные в разной степени измененными кварцитами. Хребет Алабия является интересным и малоизученным объектом, состоящим из светло-серых кварцитов с прослоями кварцевых жил. Он расположен в 3 км от села Вознесенка, на территории Учалинского района республики Башкортостан. Хребет Алабия имеет протяженность с юго-востока на северо-запад около 11 км, при ширине около 5 км.

Цель настоящей работы изучение минералогических и микротермометрических характеристик флюидных включений кварцитов хребта Алабия для определения состава минералообразующего раствора и условий их формирования.

Для проведения исследований были отобраны образцы из коренных выходов пород на пологом склоне хребта Алабия (54°40'09``; 59°32'16``). Макроскопически выделены светло-серые средне-крупнозернистые квар-

циты, среди которых установлены единичные кварцевые жилки, а также слюдяные полосчатые и массивные кварциты.

Минеральный состав кварцитов изучен на оптическом микроскопе AxioLab, Olympus Bx50 сопряженном с компьютером.

Исследования флюидных включений выполнены на микрокриотермостолуке THMSG-600 (Linkam), позволяющем производить измерения температур фазовых переходов в интервале -196 до $+600$ °С, с микроскопом Olympus, объектив $\times 50$ и получать цифровые фотографии включений. Управляющее программное обеспечение LinkSys V-2.39. Солевой состав гидротермальных растворов во включениях оценивался по измеренным температурам эвтектик [4]. Концентрации солей в растворах рассчитывались по температурам плавления последних кристаллических фаз [5]. Температуры гомогенизации фиксировались в момент исчезновения газового пузырька при нагревании препарата в термокамере. Для изучения флюидных включений были изготовлены плоскополированные пластинки толщиной до 0,3 мм.

В геологическом отношении хребет расположен в пределах Вознесенско-Сакмарской зоны Урала. Кварциты хребта относятся к семибратской подлите зигальгинской свиты представленной кварцитами и конгломератами зильмердакской свиты верхнего рифея [6].

Наиболее распространены на хребте Алабья *слюдистые серые полосчатые и слюдистые светло-серые массивные кварциты* (рис. 1 а, б). Они преобладают на вершине хребта. Содержание в них слюды: биотит, парагонит, мусковит, варьирует в пределах от 5 до 30 %.

Серые полосчатые кварциты представляют собой чередующиеся светло-серые и светлые, почти белые слои. Мощность слоев варьирует в пределах 3–10 см. Текстура полосчатая, с отчетливо проявленной сланцеватостью. Слои в шлифах характеризуются лепидогранобластовой микрозернистой структурой, массивной текстурой. Содержание кварца в полосчатых кварцитах составляет 80–85 % объема шлифа, остальная часть приходится на включения слюды (парагонит, мусковит) – до 15–20 % и акцессорные минералы, представленные титанитом (до 0,5 %). Кварцевые зерна двух генераций (рис. 1 в). Кварц первой генерации – зерна размером до 1,0 мм, изометричной формы со ступенчато-зубчатыми границами. Флюидные включения хаотично расположенные, приурочены к межзерновому пространству. Размер флюидных включений до 5 мкм, плотность 1–2 % на 1 см^2 площади шлифа (рис. 1 г). Кварц второй генерации с размером зерен до 0,1 мм, реже 0,5 мм с прямолинейными или округлыми границами, с однородным погасанием, без включений и следов деформации.

Слюдистые светло-серые массивные кварциты характеризуются массивной текстурой с высоким содержанием слюды до 30 %.

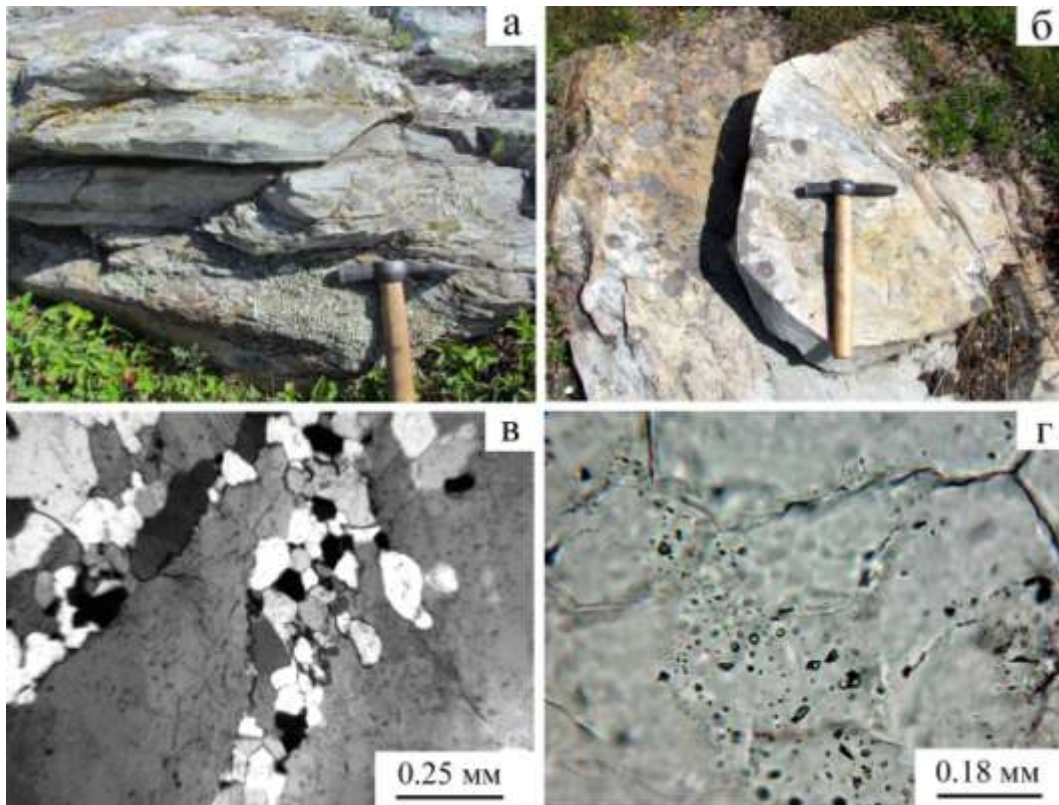


Рис. 1. А – слюдистые серые полосчатые кварциты, б – слюдистые светло-серые массивные кварциты, в – две генерации кварцевых зерен, г – новообразованный мелкозернистый кварц

Слюдистые кварциты неравномерно зернистые. В шлифе структура микрогранобластовая, в ассоциации со слюдой – лепидогранобластовая. Кварц, в слюдистых кварцитах составляет от 80 до 90 % объема шлифа. Содержание слюды (парагонит, мусковит) варьирует в пределах 5–30 %. Вторичные минералы представлены турмалином, эпидотом, лейкоксенном.

В шлифе зерна кварца размером от 0,01 до 2,0 мм, изометричной формы. Установлен кварц двух генераций. Кварц первой генерации интенсивно деформирован, трещиноват. К трещинам приурочены цепочки флюидных включений, размером до 5 мкм. Плотность включений варьирует в пределах от 3 до 20 % на 1 см² площади шлифа. По полосам деформации развивается новообразованный кварц второй генерации. Зерна изометричной формы с прямолинейными границами, без следов деформации и флюидных включений. Слюда представлена пластинками и чешуйками парагонита и мусковита размером от 0,05 до 2,0 мм. Скопления слюды приурочены к межзерновому пространству. В шлифах включения турмалина, эпидота, гематита, иногда лейкоксена.

На нижней части склона хребта наблюдаются отдельные коренные выходы интенсивно рассланцованных, *светло-серых кварцитов* (рис. 2 а).

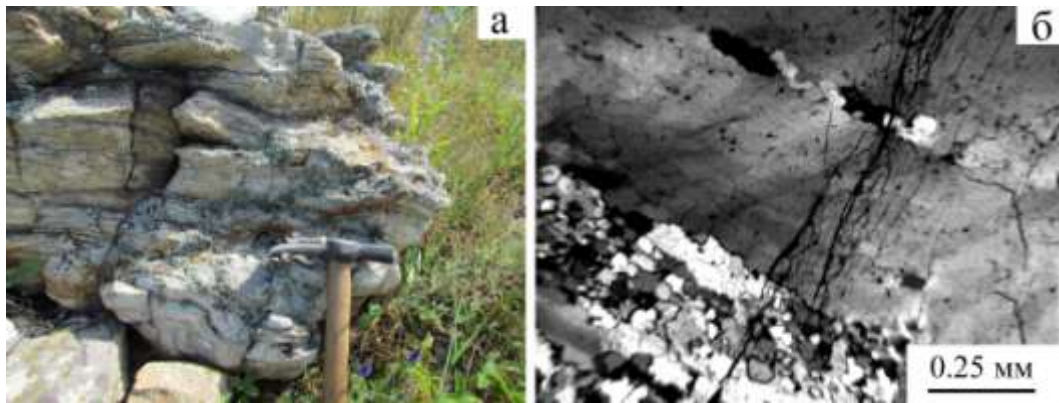


Рис. 2. А – светло-серые кварциты, б – граница блокованного и новообразованного кварца

Они слагают отдельные линзы, пласты среди полосчатых кварцитов. В шлифе структура гранобластовая, местами порфиробластовая. Кварциты неравномерно зернистые, с размером зерен от 2 мм до 1 см. За счет охр железа кварциты окрашены в желтый цвет. Кварц, в светло-серых кварцитах трех генераций. Кварц первой генерации с вытянутой формой зерен, размером от 0,5 до 5,0 мм, с зубчатыми, ступенчато-зубчатыми границами зерен и волнистым погасанием. Кварц интенсивно деформирован. Хрупкая деформация представлена залеченными внутризерновыми трещинами, к которым скопления флюидных включений. Размер флюидных включений от 1 до 5 мкм, плотность составляет 3–5 % на 1 см² площади шлифа. Пластическая деформация представлена волнистым погасанием, системами тонких, узких субпараллельных, реже единичных широких изгибов. Кварц второй генерации – зерна изометричной формы, интенсивно деформированные. Участками кварц интенсивно блокован (рис. 2 б). Блоки мелкие прямоугольной формы, часто нарушены локальными трещинами. Кварц третьей генерации развивается по зонам деформации в зернах кварца двух предыдущих генераций. Наблюдается в виде зерен преимущественно изометричной формы, размером 0,01–0,1 мм. Не содержит включений и следов деформации. Составляет около 20 % объема шлифа.

Среди светло-серых кварцитов установлены единичные жилы молочно-белого кварца, мощностью до 0,5 м. *Молочно-белый кварц* крупнозернистый, содержащий до 1–5% зерен тонко-мелкозернистого новообразованного кварца. В шлифе характеризуется гранобластовой структурой и наличием трех генераций. Кварц первой генерации – зерна шестоватой формы, размером от 5 мм до 1 см, интенсивно деформированный с многочисленными залеченными внутризерновыми трещинами. К трещинам приурочены флюидные включения, формирующие поля и цепочки. Размер включений от 1 до 5 мкм, плотность 15–20 % на 1 см² площади шлифа. Включений минералов в зернах не обнаружено. Кварц блокованный, блоки ромбоидальной формы, часто нарушенной локальными трещинами. Кварц

второй генерации с зернами изометричной формы, размером 1–4 мм, деформированные. Границы зерен зубчато-ступенчатые. Следы хрупкой деформации – внутризерновые залеченные трещины. К трещинам приурочены флюидные включения, размером до 5 мкм плотностью до 5 % на 1 см² площади шлифа. Кварц третьей генерации тонко-мелкозернистый новообразованный, установлен по полосам деформации. Зерна мелкие изометричной, часто округлой формы размером 0,01–0,1 мм. Погасание однородное, следов деформации и включений не обнаружено. В межзерновом пространстве встречаются редкие чешуйки и пластинки парагонита размером до 0,03 мм.

Результаты микротермометрических исследований флюидных включений, приведены на рис. 3. Первичные флюидные включения в кварцитах отсутствуют, вследствие их интенсивной вторичной переработки. Все измерения были выполнены во вторичных включениях, размером до 5 мкм [7].

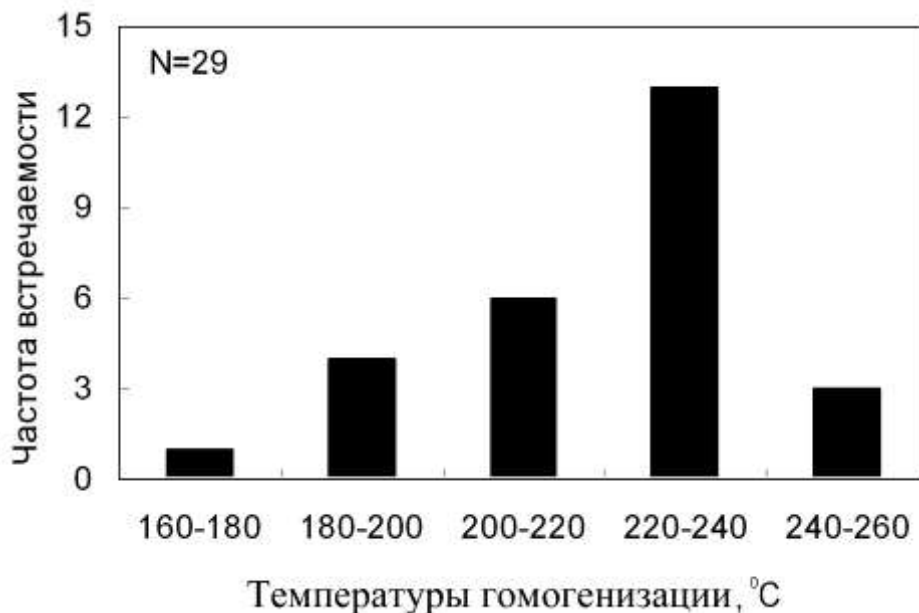


Рис. 3. Распределение температур гомогенизации во вторичных включениях

Флюидные включения двухфазные (жидкость + газовый пузырек), имеют удлиненную форму и образуют поля, цепочки и ленты вдоль трещин и на границах зерен. Газовый пузырек неподвижен, составляет 10–30 % от всего объема включений. Было проведено 29 замеров. Установлено, что основная масса вторичных флюидных включений гомогенизируются при температурах от 161 до 247 °C. Температуры эвтектики в среднем составляют –28,9 °C, температура плавления последнего кристаллика льда –3,9 °C. По температурам эвтектики и плавления кристалликов льда растворы близки к составам NaCl-KCl-H₂O, с концентрацией солевого раство-

ра 6,30 масс.% экв. NaCl. Из диаграммы видно, что пик вторичных преобразований кварцитов приходится на интервал 220–240 °С.

Таким образом, кварциты хребта Алабия являются вторичными образованиями, с содержанием зерен кварца до 90 %, интенсивно деформированные, трещиноватые, содержащие переменное количество слюды и вторичных минералов. В кварцитах отсутствуют первичные флюидные включения, в то время как температуры вторичных включений во всех разностях не превышают 260 °С. Солевой состав соответствует составу NaCl-KCl-H₂O. Вторичная природа образования кварцитов хребта Алабия свидетельствует об их формировании за счет преобразования исходных аркозовых песчаников и пелитовых осадочных пород. Пик преобразования приходится на температуру 220–240 °С.

Библиографический список

1. Veined quartz of the Urals. Structure, mineralogy, and technological properties / V.N. Anfilogov, S.K. Kuznetsov, R.S. Nasirov et al. // *New Developments in Quartz Research: Varieties, Crystal Chemistry and Uses in Technology*. New York: Nova Science Publishers. – 2013. – P. 105–142.
2. Геологическое строение, петрография и минералогия месторождения кварцитов Бурал-Сарьдаг (Восточный Саян) / В.Н. Анфилов, Л.Я. Кабанова, М.А. Игуменцева и др. // *Разведка и охрана недр*. – 2015. – № 7. – С. 18–23.
3. Кабанова, Л.Я. Петрографическая характеристика кварцитов участка Бурал-Сарьдак / В.Н. Анфилов, А.И. Непомнящих, М.А. Игуменцева // *Литосфера*. – 2014. – № 1. – С. 81–94.
4. Борисенко, А.С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии / А.С. Борисенко // *Геология и геофизика*. – 1977. – № 8. – С. 16–28.
5. Bodnar, R.J. Interpretation of microthermometric data for H₂O-NaCl fluid inclusions / R.J. Bodnar, M.O. Vityk // *Fluid inclusions in minerals: methods and applications*. Pontignana-Siena. – 1994. – С. 117–130.
6. Кабанова, Л.Я. [Результаты петрографического изучения кварцитов хребта Алабия как возможного источника кварцевого сырья](#) / Л.Я. Кабанова, В.Н. Анфилов, М.А. Игуменцева // *Разведка и охрана недр*. – 2017. – № 1. – С. 19–25.
7. Температуры гомогенизации и состав газовой-жидких включений в кварце месторождения «Гора Хрустальная» (Средний Урал) / Н.К. Никандрова, В.Н. Анфилов, М.А. Игуменцева, Л.Я. Кабанова // *Доклады Академии наук*. – 2014. – Т. 456, № 1. – С. 91–94.

[К содержанию](#)