

гашения, т.е. их морфологические особенности. Кроме этого, АГП коррелируют и с мощностью источника загрязнения;

для природных АГП характерно увеличение их интенсивности и размера по мере приближения к коренным породам, а для техногенных — к источнику загрязнения. Генетические различия определяются по соответствию их составов источнику загрязнения или природного обогащения. Последнее определяется формационным рядом месторождения соответствующего промтипа;

для природных (рудогенных) АГП характерна высокая степень корреляции между содержаниями элементов в горизонте «А» и концентрациями этих же элементов в горизонте «В», в то время как для техногенных аномалий характерен низкий уровень корреляции типоморфных элементов местности во всем почвенном профиле в целом;

для техногенных аномалий характерно накопление поллютантов в верхних почвенных горизонтах.

Для дифференциации природных и техногенных АГП, проявленных в донных отложениях, также применим принцип их соответствия источнику загрязнения (обогащения), факт накопления поллютантов в верхнем слое донных осадков, а также меньшая протяженность техногенно-обусловленных АГП по сравнению с природными (рудогенными). Последнее связано, как уже упоминалось, с множественностью источников вещества и их меньшей степенью консолидированности по сравнению с техногенными АГП.

В статье приведены лишь геохимические методы дифференциации техногенных и рудогенных АГП. Для полной достоверности интерпретации подобных аномалий, безусловно, необходимо привлекать и другие виды геологических исследований, в том числе минералогический, рентгено-структурный, фазовый и другие анализы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовина, О.К. Роль геохимического фона при оценке инвестиционной привлекательности рекреационных территорий / О.К. Вдовина, А.А. Лаврусевич, Р.В. Высокинская, И.М. Евграфова, К.С. Полякова // Вестник МГСУ. — 2014. — № 8. — С. 98–106.
2. Вдовина, О.К. Дифференциация природных и техногенных геохимических полей в зоне влияния горнорудных комплексов // Геоэкологические проблемы современности: сб. докладов VII междунар. научн. конф. / О.К. Вдовина, А.А. Лаврусевич, М.К. Грачева. — Владимир, 2015. — С. 128–131.
3. Вдовина, О.К. Трансформация природного геохимического поля в зоне влияния горнорудных комплексов Хибинских тундр / Региональные геохимические работы как основа для оценки рудоносности и нефтегазоносности территории: сб. материалов конференции / О.К. Вдовина, М.К. Грачева, Д.С. Ельчин, С.В. Егоркин, К.В. Полякова. — М.: ИМГРЭ, 2015. — С. 44–45.
4. Григорян, С.В. Рудничная геохимия / С.В. Григорян. — М.: Недра, 1992. — 106 с.
5. Григорян, С.В. Геохимические методы при решении некоторых экологических задач / С.В. Григорян, Ю.Е. Саэт // Советская геология. — Москва. — 1980. — № 11. — С. 94–108.
6. Криночкина, О.К. Учет влияния природной геохимической опасности территорий при оценке негативного воздействия горнопромышленных комплексов на окружающую среду / О.К. Криночкина, В.Г. Стулов // Международный научно-исследовательский журнал — 2016. — № 7 (49). — Ч. 4. — С. 111–113.
7. Перельман, А.И. Геохимия ландшафта: Учеб. пособие / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. — М.: Астрель-2000, 1999. — 768 с.

8. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин, Р.С. Смирнова, И.Л. Башаркевич, Т.Л. Онищенко, Л.Н. Павлова, Н.Я. Трефилова, А.И. Ачкасова, С.Ш. Саркисян. — М.: Недра, 1990. — 335 с.

9. Смирнов, Б.И. Корреляционные методы при парагенетическом анализе / Б.И. Смирнов. — М.: Недра, 1981. — 176 с.

© Криночкина О.К., Лаврусевич А.А., 2017

Криночкина Ольга Константиновна // vdovinaok@mail.ru  
Лаврусевич Андрей Александрович // lavrusevich@yandex.ru

УДК 552.45

**Кабанова Л.Я., Анфилов В.Н., Игуменцева М.А.**  
**(Институт минералогии УрО РАН)**

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ КВАРЦИТОВ ХРЕБТА АЛАБИЯ КАК ВОЗМОЖНОГО ИСТОЧНИКА КВАРЦЕВОГО СЫРЬЯ

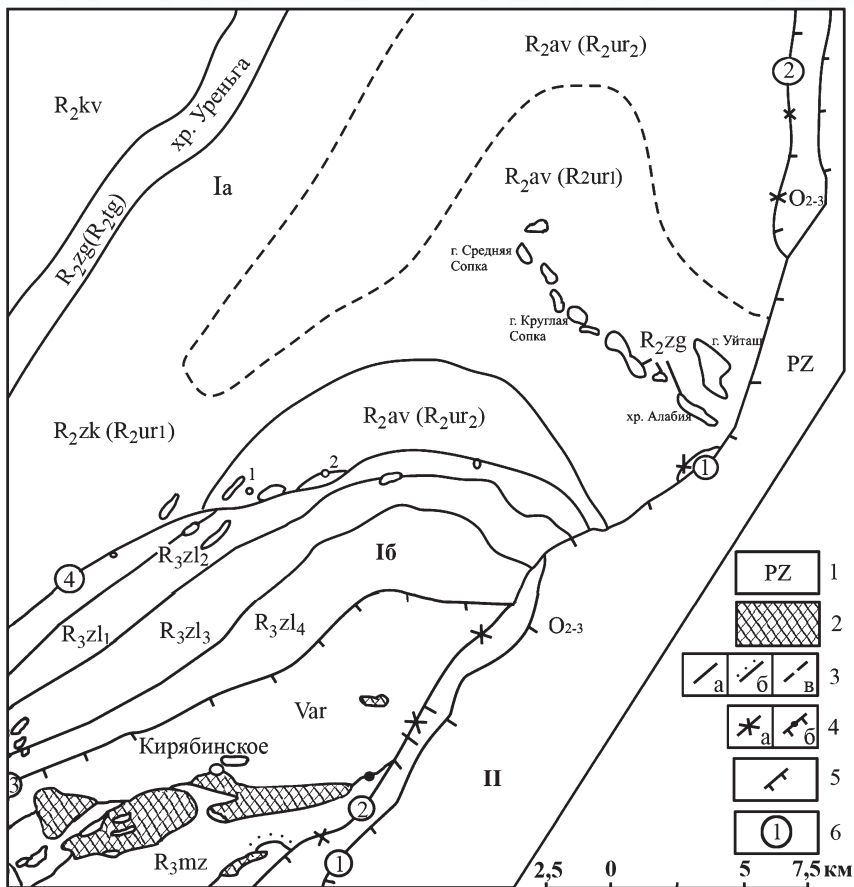
*Приведены результаты петрографического изучения кварцитов хребта Алабия (Южный Урал) как возможного нетрадиционного источника сырья, пригодного для наплава особо чистого кварцевого стекла. На изученной площади выделены три типа кварцитов: слюдистые массивные кварциты, слюдистые полосчатые кварциты, монокварциты. В качестве источника кварцевого сырья рекомендуются участки, сложенные монокварцитами. **Ключевые слова:** кварцит, петрография, кварцевое стекло.*

Kabanova L.Ya., Anfilogov V.N., Igumentseva M.A.  
(Institute of mineralogy of the Ural division of RAS)

#### RESULTS OF PETROGRAPHY INVESTIGATION OF QUARTZITES OF RIDGE ALABIYA AS POSSIBLE SOURCE OF QUARTZ RAW MATERIALS

*The results of petrography investigation of quartzite of the ridge Alabiya (South Urals) are represented. This quartzite can be inspected as a raw material for uncombined quartz glass production. There are three petrographic types of quartzite on this ridge: massive mica quartzite, banded mica quartzite and monoquartzite. Monoquartzite is recommended as a raw material for uncombined quartz glass production. **Keywords:** quartzite, petrography, quartz glass.*

В связи с увеличением потребности в высококачественном кварцевом сырье, истощением запасов традиционных кварцевых месторождений возникает проблема изучения нетрадиционных источников кварцевого сырья: кварцитов, кварцевых песчаников, лейкократовых гранитов и др. Особый интерес представляют кварциты как породы, возникшие в процессе метаморфизма и перекристаллизации, в результате которых происходит освобождение кварца от минеральных и структурных примесей. В 2012–2013 гг. нами были детально изучены кварциты месторождения Бурал-Сарьдаг в Восточном Саяне [2, 4]. В составе этих кварцитов были установлены суперкварциты — разности, свободные от минеральных примесей с низкими содержаниями примесных элементов. По своим технологическим характеристикам суперкварциты оказались пригодными для наплава особо чистого кварцевого стекла [3, 6]. В Кемеровской области Л.Г. Ананьева и М.В. Коровкин



**Рис. 1. Схематическая геологическая карта северо-западной части Учалинского района (Южный Урал) [1]:** 1 — отложения: палеозоя (нерасчлененные); среднего — верхнего ордовика (нерасчлененные,  $O_{2-3}$ ); аршинской свиты венда (Var); бирьянской ( $R_{2zl1}$ ), нугушской ( $R_{2zl2}$ ), лемезинской ( $R_{2zl3}$ ), бедерышинской ( $R_{2zl4}$ ) подсвит зильмердакской свиты; мазаринской ( $R_{3mz}$ ) свиты верхнего рифея; кувашской ( $R_{2kv}$ ), зигальгинской ( $R_{2zg}$ ), таганайской ( $R_{2tg}$ ), авзянской ( $R_{2av}$ ), нижней ( $R_{2ur1}$ ) и верхней ( $R_{2ur2}$ ) подсвит уреньгинской свиты среднего рифея; 2 — метабазиты и серпентиниты; границы: 3 — геологические: достоверные (а), несогласные (б), предполагаемые (в); 4 — структурно-тектонические: мегазон: Центрально-Уральской (I), Магнитогорской (II); структурные: восточное крыло Башкирского мегантиклинория (Iа), Верхнебельский синклиниорий (Iб); 5 — разрывные нарушения (надвиги); 6 — разломы: Главный Уральский (1), Западно-Магнитогорский (2), Кирибинский (3), Кашинский (4)

провели изучение кварцитов месторождений Антоновской группы как потенциального источника особо чистого кварцевого сырья [1] и установили, что благодаря особенностям условий образования и микрокристаллической структуре кварцита отличаются высокой чистотой кварцевых зерен.

Кварциты хр. Алабия сходны по своим структурно-текстурным особенностям с кварцитами Антоновской группы месторождений. Они расположены в северо-западной части Учалинского района и относятся к семибратской подсвите зигальгинской свиты (рис. 1), представленной кварцевыми песчаниками и их кварцито-видными разновидностями: кварцитами с прослоями кварцевых алевролитов и глинистых, часто углеродистых сланцев [5]. Обнажаются они в виде вытя-

нутых гребнеобразных тел, глыбо- и валунообразных коренных выходов разной мощности и протяженности (рис. 2). Местами кварциты вскрыты небольшими карьерами, в которых обнажены выходы преимущественно плитчатых, иногда блокованных пород. Кварциты представляют собой светлые, массивные, нередко с полосчатой или сланцеватой, иногда плейчатой текстурой. Породы преимущественно мелко-среднезернистые, встречаются тонко-, реже средне-крупнозернистые. Часто наблюдаются многочисленные кварцевые жилки разной мощности, придающие породе полосчатый облик.

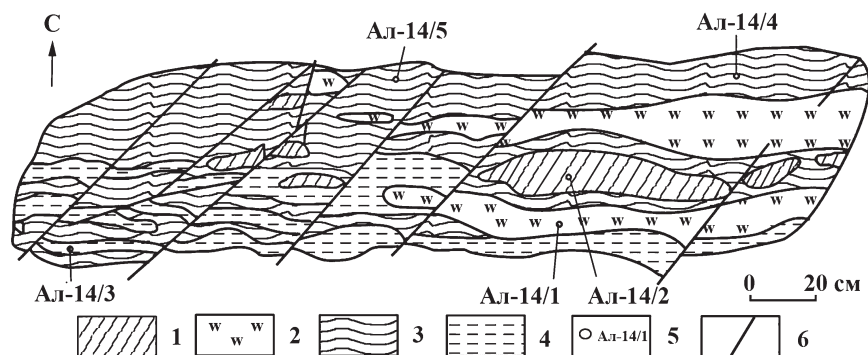
Приведенные в работе результаты петрографического изучения позволило выделить кварциты трех типов: 1) слюдистые массивные, 2) слюдистые полосчатые, 3) монокварциты.

### Слюдистые массивные кварциты

Слюдистые кварциты характеризуются массивной или слабо проявленной сланцеватой текстурой. Породы светлые, преимущественно светло-серые, иногда желтоватые. Среди них выделено два вида кварцитов, содержащих: а) 20–30 % слюды; б) 5–10 % слюды.

*Кварциты, содержащие 20–30 % слюды*, макроскопически молочно-белые, часто с сероватым оттенком, преимущественно неравномерно зернистые, сложенные зернами белого непрозрачного и сероватого прозрачного кварца и пластинками слюды. Содержание слюды неравномерное. В одних разновидностях пород встречаются скопления мелких чешуек зеленоватой или бесцветной слюды, в других — одиночные пластинки размером до 2–3 мм. Текстура преимущественно массивная, местами сланцеватая.

В шлифе неравномерно зернистый агрегат кварцевых зерен представлен микрогранобластовой структурой



**Рис. 2. Взаимоотношения разных типов кварцитов:** 1 — жильный кварц; 2 — монокварцит; 3 — слюдистый массивный кварцит; 4 — слюдистый полосчатый кварцит; 5 — точки отбора проб; 6 — тектонические нарушения

рой, а в ассоциации со слюдой — лепидогранобластовой. Количественно-минералогический состав кварцита (об. %): кварц — 80, слюда — 15–20, редкие зерна турмалина, эпидота, лейкоксена.

Кварц наблюдается в виде зерен неправильной, но близкой к изометричной формы размером от 0.01–0.05 до 1–2 мм и представлен двумя генерациями. Кварц первой генерации макроскопически непрозрачный, в шлифе характеризуется отчетливо проявленными следами хрупкой и пластической деформации. Хрупкая деформация отражена внутризерновыми залеченными трещинами, преимущественно длинными, прямолинейными, местами слегка изгибающимися. К ним приурочены ГЖВ в виде цепочек, насыщенных включениями газа и жидкости размером от 1–2 до 10 мкм. Плотность включений на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа в разных зернах колеблется в пределах от 3 до 5 %. В некоторых зернах внутризерновые трещины короткие, пересекающиеся, содержат единичные, но более крупные (15–20 мкм) включения газа и жидкости; в других или в местах пересечения трещин наблюдаются скопления ГЖВ, формирующие небольшие поля неправильной формы. Пластическая деформация представлена волнистым погасанием, полосами деформации и системами изгибов.

По полосам деформации местами развивается новообразованный кварц — кварц второй генерации, макроскопически прозрачный. Зерна этого кварца характеризуются идиоморфной изометричной формой и отсутствием следов деформации и ГЖВ. Границы зерен прямолинейные, погасание однородное. Часто формирует цепочки и прослой.

Рекристаллизация сопровождается вращательными дифференциальными движениями деформируемого жильного кварца. Вследствие этого возникают своеобразные спиралеобразные формы структур. Подчеркнуты такие структуры в шлифе расположением чешуек слюды, находящихся местами в ассоциации с новообразованным кварцем. Наличие подобных структур указывает на одновременность процессов деформации и рекристаллизации.

Слюда представлена слабо окрашенными в желтоватый или зеленоватый цвет табличками, пластинками, чешуйками, листочками и агрегатами парагонита размером от 0.05–0.1 до 1–2 мм. Спайность совершенная, погасание почти прямое. Скопления слюды приурочены к межзерновому пространству. В некоторых разновидностях встречается мусковит в виде неправильных листочков, чешуек, табличек, иногда веерообразных и листовато-почковидных агрегатов.

Встречаются включения темного турмалина, иногда образующего сростки размером до 1 см по длинной оси. Кристаллики удлиненной формы, резко плеохроирующие от темно-синего до бледного, почти бесцветного. В некоторых разновидностях встречаются редкие мелкие зерна лейкоксена и единичные зерна эпидота.

В окрашенных в желтоватые тона кварцитах содержание слюды увеличивается иногда до 30 %. Местами в этих кварцитах проявлена полосчатость, обусловленная наличием слоев, сложенных зернами кварца разного размера.

*Кварциты, содержащие 5–10 % слюды*, светлые, часто белые, иногда с желтоватым оттенком характеризуются тонкозернистой структурой, часто имеют кремнеподобный облик.

В шлифе структура породы микро-, лепидогранобластовая. Текстура массивная, местами сланцеватая. Количественно-минералогический состав породы: кварц — 90–97 %, слюда — 3–10 %. Встречаются зерна эпидота, гематита, иногда лейкоксена. Кварц представлен зернами неправильной, но близкой к изометричной формой с зубчатыми, ступенчато-зубчатыми границами. Наблюдается кварц двух генераций. Кварц первой генерации слабо деформирован. Хрупкая деформация представлена небольшим количеством внутризерновых залеченных трещин, преимущественно коротких, прямолинейных, местами пересекающихся. К некоторым из них приурочены ГЖВ в виде единичных включений размером до 5–7 мкм или небольших «облачных» полей с разобщенными включениями газа и жидкости размером 1–5 мкм. Большая часть зерен не содержит включений. Содержание ГЖВ на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа составляет около 0.1–0.2 %.

Кварц второй генерации представлен зернами преимущественно изометричной формы с прямолинейными границами, однородным погасанием, без следов деформации и ГЖВ. Этот кварц составляет около 20 % объема породы. Слюда представлена парагонитом в виде табличек, пластинок, чешуек (рис. 3а) размером 0.01–0.1 мм, окрашенных в бледный зеленоватый цвет, слабо плеохроирующих. Эпидот наблюдается в виде зерен неправильной формы, реже коротко призматических, размером 0.01–0.1 мм. В шлифе бесцветный или окрашен в фиштакково-зеленый цвет. Встречается в межзерновом пространстве, часто в ассоциации с парагонитом и новообразованным кварцем. Желтоватый оттенок некоторых разновидностей кварцита обусловлен присутствием пятен железистых охр.

#### **Слюдистые полосчатые кварциты**

Эти кварциты пользуются широким распространением, встречаются в обнажениях на склоне хр. Алабия и вскрыты небольшими карьерами. Кварциты характеризуются полосчатой, часто отчетливо проявленной сланцеватой текстурой. Встречаются светлые, почти белые разности с преобладанием слоев, сложенных преимущественно кварцем (90 %) и неравномерно расположенными чешуйками и пластинками слюды (10 %) и серые, состоящие из парагонита, мусковита, изредка биотита и рассеянного органического вещества.

Макроскопически белые с сероватым оттенком кварциты в шлифах характеризуются лепидогранобластовой микрозернистой, местами мелкозернистой структурой, массивной текстурой. Количественно-минералогический состав породы следующий (об. %): кварц — 70–75, слюда (парагонит, мусковит) — 30–25, акцессорные (титанит) — 0.2–0.5.

Кварц представлен зернами двух генераций. Кварц первой генерации образует зерна изометричной или близкой к ней формы с зубчатыми и ступенчато-зубчатыми границами размером 0.5–1.0 мм. Следы пластической деформации проявлены только волнистым погасанием, хрупкой — внутризерновыми залеченными

трещинами. Трещины короткие, местами пересекающиеся. ГЖВ разобщенные, часто приурочены к крайним частям зерен; в разных зернах составляют от 0.1–0.5 до 1–2 % на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа. Некоторые зерна содержат включения слюды. Кварц второй генерации образует мелкие зерна размером 0.01–0.1 мм, реже 0.5 мм с прямолинейными или округлыми границами, с однородным погасанием, без включений и следов деформации.

Слюда встречается в виде мелких бледно окрашенных пластинок и чешуек парагонита размером 0.01–0.5 мм. Слюда включена в некоторые зерна кварца, встречается в межзерновом пространстве, где местами образует небольшие скопления.

**Светлые полосчатые кварциты**, представленные многочисленными выходами на склоне хребта, сложены светло-серыми, иногда с пятнистыми и линзовидными прослоями пород желтоватого, белого или серого цвета. Они характеризуются переменным содержанием слюдяного материала, представленного мусковитом, парагонитом и биотитом.

В шлифе отчетливо проявлена реликтовая сланцеватая текстура исходной породы, подчеркнутая ориентированным расположением пластинок слюды (рис. 3в).

Светло-серые слои состоят преимущественно из кварца и небольшого количества мусковита, иногда парагонита (5–10 % слюды), а более темные — серые, зеленовато-серые имеют кварцево-слюдястый состав, в котором слюда местами достигает 50–60 % объема слоя.

Слюдисто-кварцевые слои сложены мелкозернистым кварцем двух генераций, в разной степени деформированным. Кварц первой генерации представлен зернами неправильной, но близкой к изометричной формы с зубчатыми, ступенчато-зубчатыми границами. В зернах кварца отчетливо проявлены следы деформации.

Хрупкая деформация представлена внутризерновыми залеченными трещинами, преимущественно короткими, прямолинейными, местами пересекающимися. К ним приурочены ГЖВ, формирующие короткие цепочки и поля в местах пересечения трещин. Поля разной формы и размера, разной степени насыщенности включениями. Плотность ГЖВ на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа в разных зернах колеблется в пределах от 0.5 до 3.0 %. Размер включений 1–5 мкм, редко до 10–15 мкм.

Кварц второй генерации — гранулированный, рекристаллизованный. Он образуется по полосам деформации в кварце первой генерации, где формирует цепочки и прослои. Размер зерен зависит от ширины полос деформации, но не превышает 0.05 мм. Зерна изометричные с прямолинейными границами и однородным погасанием. Следов деформации и ГЖВ не обнаружено. Содержание новообразованного кварца в разных образцах составляет 20–30 % объема шлифа.

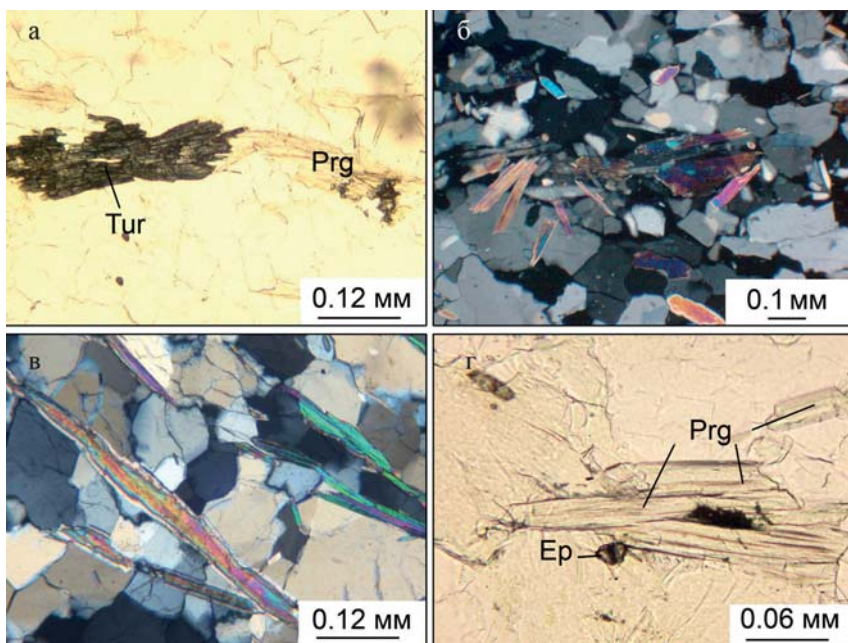
Слюда в парагенезисе с кварцем отмечается во всех слоях, но местами слагает мономинеральные слои мощностью от 0.01–0.05 до 0.1 мм, в которых представлена мелкими табличками и пластинками мусковита и парагонита, реже биотита. Иногда в ассоциации со слюдой встречаются редкие зерна титанита и эпидота.

**Серые полосчатые кварциты** характеризуются плитчатой отдельностью, часто имеют отчетливо проявленную плейчатую поверхность и полосчатую текстуру. Полосчатость обусловлена присутствием тонких слоев мощностью от долей мм до 1.0–1.5 мм, отчетливо выделяющихся контрастной окраской — светлой, почти белой или темно-серой, почти черной — на общем сером фоне.

В шлифе структура породы гранобластовая, лепидогранобластовая. Полосчатость обусловлена разным соотношением в слоях кварца, слюды и органического вещества.

Кварцевый агрегат неравномерно зернистый, в светлых слоях образует более крупные зерна размером до 5–6 мм неправильной или близкой к изометричной формы. Он интенсивно деформирован, содержит следы хрупкой и пластической деформаций. Хрупкая деформация представлена внутризерновыми залеченными трещинами, длинными и короткими в разных зернах. Местами к ним приурочены ГЖВ в виде коротких цепочек с разобщенными включениями жидкости и газа. Плотность включений составляет около 0.5–1.0 % на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа в разных зернах. Пластическая деформация представлена в зернах кварца волнистым погасанием и полосами деформации, по которым местами развивается новообразованный кварц изометричной формы размером не более 0.1 мм. В светлых слоях кварц составляет 95–97 % объема слоя.

Серые и темно-серые слои сложены кварцем, слюдой и рассеянной органи-



**Рис. 3. Слюдистые кварциты:** а — пластинки парагонита в ассоциации со скоплениями мелких призм турмалина; б — скопления пластинок и чешуек парагонита; в — пластинки мусковита в полосчатом кварците; г — ассоциация парагонита, мусковита и эпидота в кварците. Фото шлифов: б, в — с анализатором; а, г — без анализатора

кой. Органическое вещество бесструктурно, изотропно, местами наблюдается в виде пленок вокруг зерен кварца, выполняя поры и микротрещины. Обычно встречается в мелкозернистых слоях и является реликтовым материалом исходной осадочной породы.

Слюда в основном бесцветная, представлена мусковитом или бледно окрашенным, слабо плеохроирующим парагонитом, местами в виде изогнутых пластинок и чешуек, подчеркивающих плейчатую текстуру, или в виде табличек, находящихся в парагенезисе с эпидотом (рис. 3г).

#### Монокварциты

Эти породы слагают отдельные пласты, линзообразные и желваковые обособления среди массивных и полосчатых кварцитов. Они имеют разную мощность, структуру и выделяются более светлой окраской.

**Пластовые и линзообразные монокварциты** макроскопически характеризуются светлой, почти белой окраской, неравномерно зернистой структурой и присутствием зерен водяно-прозрачного кварца размером от 1–2 мм до 0.8–1.0 см, отчетливо выделяющихся на фоне непрозрачного белого кварца. Местами кварц пятнисто окрашен охрами железа в оранжево-желтый цвет.

В шлифе порода характеризуется гранобластовой, местами порфиробластовой структурой. Наблюдается три генерации кварца. Кварц первой генерации макроскопически прозрачный в шлифе, характеризуется слегка удлиненной формой зерен размером от 0.5–1 до 4–5 мм (рис. 4а). Границы зерен зубчатые, ступенчато-зубчатые, погасание волнистое. Все зерна содержат следы хрупкой и пластической деформаций. Хрупкая деформация отражена редкими залеченными внутризерновыми длинными, прямолинейными, местами пересекающимися трещинами. К ним приурочены цепочки ГЖВ с разбросанными включениями газа и жидкости размером от 1–2 до 5–7 мкм. Плотность ГЖВ на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа составляет около 3–5 % в разных зернах. Пластическая деформация представлена волнистым погасанием, системами тонких, узких субпараллельных, реже единичных широких изгибов.

Кварц второй генерации макроскопически молочно-белый непрозрачный в шлифе наблюдается в виде зерен изометричной, или неправильной, но близкой к изометричной формы (рис. 4б), интенсивно деформированных. Хрупкая деформация представлена многочисленными залеченными внутризерновыми трещинами, короткими, часто пересекающимися. Пластическая деформация отмечается волнистым погасанием, узкими изгибами и полосами деформации. Кварц интенсивно блокован; блоки прямоугольной формы, мелкие, часто нарушены локальными трещинами.

Кварц третьей генерации развивается по зонам деформации в зернах кварца двух предыдущих генераций. Наблюдается в виде зерен преимущественно изоме-

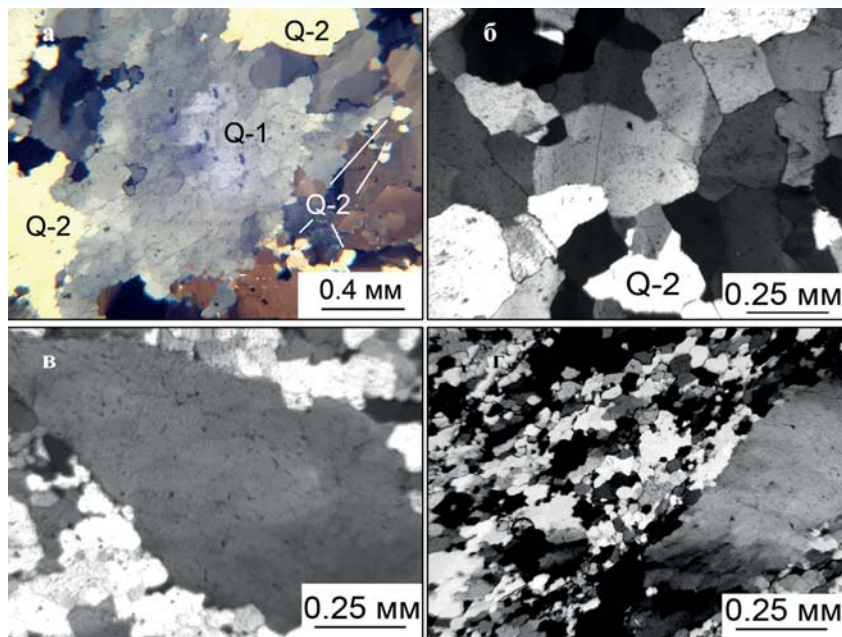


Рис. 4. Монокварцит: а — две генерации кварца в монокварците; б — зерна гранулированного кварца изометричной формы; в, г — «псевдопорфиробластовая» структура монокварцита. Фото шлифов с анализатором

тричной формы размером 0.01–0.1 мм, формируя цепочки и прослой. Не содержит включений и следов деформации. Составляет около 20 % объема шлифа.

**Обособления и желваки кварца** разной окраски, формы и размера обычно сложены гранулированным кварцем и практически не содержат включений слюды или содержат ее в небольшом количестве.

**Гранулированный кварц бледно-розового цвета** в шлифе представлен агрегатом зерен средне-крупнозернистого, неравномерно зернистого кварца. Зерна кварца разной формы и размера от 0.01 мм до 0.8–1.0 см. Крупные зерна характеризуются удлиненной формой размером от 4–5 мм до 1.0 см и интенсивной деформацией со следами как хрупкой, так и пластической деформации. Хрупкая деформация в шлифе отражена внутризерновыми многочисленными залеченными трещинами, короткими и длинными, местами пересекающимися. К некоторым из них приурочены ГЖВ размером не более 2–3 мкм, разбросанные или в виде цепочек. Содержание ГЖВ составляет около 3 % на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа. Пластическая деформация отражена в шлифе волнистым погасанием, изгибами — местами единичными, местами системами.

Кварц блокован; блоки прямоугольной формы, выражены не отчетливо за счет деформации. Границы зерен ступенчатые, зубчато-ступенчатые. По кварцу первой генерации образуется новообразованный кварц и в местах пограничных с исходным кварцем, в его краевых частях, плотность ГЖВ в отдельных участках увеличивается до 3–4 % на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа. Обычно здесь фиксируются скопления ГЖВ в виде небольших полей неправильной формы или сдвоенных цепочек.

Кварц второй генерации — рекристаллизованный, образует мелкие зерна изометричной или округлой формы размером 0.01–0.1 мм. Погасание однородное, следов деформации нет, газово-жидкие включения отсутствуют или их немного. Кварц второй генерации

составляет около 20 % объема шлифа. Включений минералов не обнаружено.

Наряду с желваками и обособлениями желтоватого и розоватого кварца часто встречаются жилы молочно белого кварца мощностью от нескольких мм до 0.5 м, в разной степени гранулированного, содержащего от 1–5 до 85 % объема новообразованного кварца.

Молочно-белый кварц с небольшим содержанием новообразованного кварца (1–5 % объема шлифа) сложен крупнозернистым агрегатом, который в шлифе характеризуется гранобластовой структурой и состоит из зерен разной формы и размера. Наблюдается несколько генераций кварца, которые различаются не только по форме зерен, но и по содержанию в них включений.

Кварц первой генерации представлен зернами шестоватой формы размером от 5–6 мм до 1 см, интенсивно деформированными с многочисленными залеченными внутризерновыми трещинами, преимущественно прямолинейными, длинными, местами слегка изгибающимися, часто субпараллельными, обычно ориентированными согласно границам зерен. К трещинам приурочены ГЖВ в виде сближенных цепочек, формирующих местами поля неправильной формы. Размер включений от 1–2 до 5–7 мкм. Плотность ГЖВ на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа местами достигает 15–20 %. Включений минералов в зернах не обнаружено. Пластическая деформация в зернах отражена волнистым погасанием и системами узких изгибов. Кварц блокованный; блоки ромбоидальной формы, часто нарушенной локальными трещинами.

Кварц второй генерации (рис. 4б) характеризуется формой зерен, близкой к изометричной, размером 1–4 мм, часто деформированных. Следы хрупкой деформации отражены в зернах в виде внутризерновых залеченных трещин, преимущественно коротких и прямолинейных. К ним приурочены разобщенные включения газа и жидкости размером 1–5 мкм, реже 10 мкм, плотностью до 5 % на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа. Границы зерен зубчато-ступенчатые.

Кварц третьей генерации новообразованный, возникает по полосам деформации в зернах кварца первой и второй генераций, формируя линзовидные обособления и прослои. Зерна мелкие изометричной, часто округлой формы размером 0.01–0.1 мм. Погасание однородное, следов деформации и включений не обнаружено.

Местами в межзерновом пространстве встречаются редкие чешуйки и пластинки парагонита размером до 0.03 мм.

Молочно-белый кварц с высоким содержанием новообразованного кварца до 80–85 % внешне является полупрозрачным. В шлифах такой кварц характеризуется «псевдопорфиробластовой» структурой и микрогранобластовой структурой основной ткани (рис. 4в). «Порфиробласты» представляют собой фрагменты исходного кварца удлиненной, линзовидной формы, интенсивно деформированные, блокованные. Блоки прямоугольные, часто находятся в комбинации с локальными трещинами и в этих участках проявлены отчетливо. Зерна содержат следы хрупкой и пластиче-

ской деформации. Хрупкая деформация в шлифе отражена внутризерновыми залеченными трещинами, преимущественно короткими, местами пересекающимися. К ним приурочены ГЖВ, формирующие цепочки, реже ленточные поля с разобщенными включениями газа и жидкости размером не более 5 мкм. Содержание ГЖВ на 1 см<sup>2</sup> площади шлифа составляет около 3 %. Основная ткань сложена зернами близкой к изометричной формы с прямолинейными границами размером от 0.1–0.5 до 1 мм, с однородным погасанием, практически без ГЖВ или в некоторых зернах с единичными включениями. Часто новообразованный кварц образует прожилки, которые расчленяют исходные зерна на фрагменты.

Среди слюдистых кварцитов встречаются отдельные желваки размером 1.5×1.0 м, сложенные серым, крупнозернистым и неравномерно зернистым кварцем. Внешне кварц полупрозрачный, местами блокованный. Этот кварц также гранулированный. Содержание новообразованного кварца составляет от 50 до 80 % объема породы.

В шлифах кварцевый агрегат интенсивно рекристаллизованный, содержит до 80 % новообразованного кварца и характеризуется псевдопорфиробластовой структурой и микрогранобластовой основной тканью. «Порфиробласты» представлены крупными фрагментами исходного кварца размером до 1.5–2.0 см (рис. 4г). Зерна интенсивно деформированы, содержат следы хрупкой и пластической деформации. Хрупкая деформация представлена внутризерновыми и трансзерновыми трещинами. Внутризерновые залеченные трещины короткие, хаотично расположенные, местами пересекаются. Трансзерновые трещины длинные, местами изгибающиеся, субпараллельные. ГЖВ приурочены к внутризерновым трещинам, образуют короткие цепочки с разобщенными включениями газа и жидкости размером 1–5, реже 7.5 мкм. Пластическая деформация отражена в зернах волнистым погасанием, системами узких субпараллельных изгибов или единичными широкими изгибами. В некоторых зернах полос деформации много. Они параллельны; развивающийся по ним новообразованный кварц полностью заполняет матрицу исходных зерен.

Можно выделить два основных петрографических критерия, определяющих пригодность монокварцитов в качестве сырья для наплава особо чистого кварцевого стекла: 1 — при наличии нескольких генераций кварца зерна кварца ни одной из генераций не должны содержать минеральные включения. Наличие в кварците межзерновых минеральных включений, которые могут быть удалены в процессе обогащения, не снижает качество кварцевого сырья; 2 — содержание ГЖВ в зернах кварца должно быть низким, не влияющим на качество кварцевого стекла.

Результаты детального петрографического изучения монокварцитов позволили установить, что пластовые и линзообразные тела практически не содержат минеральных включений. Они слабо деформированы; по полосам деформации развивается гранулированный кварц без следов деформации и ГЖВ. Обособления и желваки кварца в слюдистых кварцитах также пред-

ставляют собой монокварциты, сложенные на 85 % гранулированным кварцем, который не содержит включений и следов деформации.

### Выводы

Петрографическое изучение кварцитов хр. Алабия позволило выделить кварциты трех типов: слюдястые массивные; слюдястые полосчатые; монокварциты. Первый тип массивных кварцитов представлен двумя видами с разным содержанием слюды. Второй тип кварцитов характеризуется отчетливо проявленной полосчатостью, подчеркнутой окраской, зернистостью и часто структурой и текстурой. В этом типе выделяется вид, содержащий слои, обогащенные чистым кварцем. Кварциты этого типа образовались за счет пелитовых осадочных пород, возможно, графитистых сланцев.

Монокварциты образовались в результате перекристаллизации исходных пород под воздействием метаморфических процессов, о чем свидетельствует линзообразная и жиллообразная форма проявлений, сложенных гранулированным кварцем. Перспективными для использования в качестве кварцевого сырья являются монокварциты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева, Л.Г. Минералого-геохимическое изучение кварцитов Антоновской группы месторождений / Л.Г. Ананьева, М.В. Коровкин // Изв. ТПУ. — 2003. — Т. 306. — № 3. — С. 50–55.
2. Анфилов, В.Н. 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. Жабоедов, А.П. Фазовые переходы в кварцитах месторождения Бурал-Сардык / А.П. Жабоедов, А.И. Непомнящих, Е.А. Середкин // Изв. вузов. Прикладная химия и биотехнология. — 2015. — № 4 (15). — С. 61–65.
4. Кабанова, Л.Я. Петрографическая характеристика кварцитов участка Бурал-Сарьдак / Л.Я. Кабанова, В.Н. Анфилов, А.И. Непомнящих, М.А. Игуменцева // Литосфера. — 2014. — № 1. — С. 81–94.
5. Козлов, В.И. Новые данные о геологическом строении северо-западной части Учалинского района (Южный Урал): геол. Сборник / В.И. Козлов, Н.Д. Сергеева — Уфа: ИГ УНЦ РАН. — 2004. — № 4. — С. 27–38.
6. Непомнящих, А.И. Кварциты Восточного Саяна — перспективный нетрадиционный материал для получения прозрачного кварцевого стекла / А.И. Непомнящих, Т.В. Демина, И.А. Елисеев и др. / Чтения памяти академика А.Н. Заварицкого-2015. — Екатеринбург, Изд. ИГГ УрО РАН. — 2015. — С. 99–103.

© Кабанова Л.Я., Анфилов В.Н., Игуменцева М.А., 2017

Кабанова Лариса Яковлевна // kablar@mineralogy.ru  
Анфилов Всеволод Николаевич // anfilogov@mineralogy.ru  
Игуменцева Мария Александровна // maria@mineralogy.ru

УДК 549.08

Ожогина Е.Г., Якушина О.А. (ФГБУ «ВИМС»)

### МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА — «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ МИНЕРАЛОГИИ»

*Семинар является инструментом повышения квалификации, площадкой, позволяющей ученым, специалистам, исследователям вести обмен мнениями, делиться опытом, приобретать знания, узнавать новое, что можно использовать в своей практической работе. Рассматриваются роль и значение минералого-аналитических мето-*

*дов исследований при сопровождении геологоразведочных работ, их методическое и метрологическое обеспечение. Ключевые слова: семинар, повышение квалификации, непрерывное образование, минеральное сырье, методы исследования, минералогические методы.*

Ozhogina E.G., Yakushina O.A. (VIMS)

### MINERALOGICAL SCHOOL — «ACTUAL PROBLEMS AND CONTEMPORARY METHODS OF APPLIED MINERALOGY»

*The workshop «Mineralogical School» is a training tool, a platform that enables scientists, researchers and professionals to exchange views, share experiences, gain knowledge, learn new things that one can use in practical work. The role and importance of mineralogical and analytical testing methods for exploration work support on researching mineral resources, their methodological and metrological assurance are discussed. Keywords: seminar, training, continuous education knowledge upgrading, mineralogy, laboratory methods, mineralogy research methods study.*

Уходящий 2016 и грядущий 2017 гг. богаты на даты, связанные с науками о Земле — геологией и минералогией. В 2017 г. будет отмечаться 200-летие со дня учреждения Российского Минералогического общества. В 2016 г. отмечали 50-летие профессионального праздника — «День геолога», 300-летие Минералогического музея им. академика А.Е. Ферсмана, 170 лет со дня рождения В.В. Докучаева, 125 лет со дня рождения С.В. Обручева, 100 лет Научной библиотеки им. профессора В.В. Аршинова, 26–28 октября 2016 г. состоялась очередная VIII Всероссийский съезд геологов.

В резолюции недавно прошедшего VIII Всероссийского съезда геологов записано, что фундаментом отечественной экономики — разведанные и оцененные запасы, локализованные прогнозные ресурсы полезных ископаемых. Минерально-сырьевой комплекс — основной донор бюджетной системы страны, главный источник средств для перевода отечественной промышленности на новый технологический уровень и социально значимый сектор отечественной экономики. В долгосрочной перспективе устойчивая работа добывающих отраслей возможна лишь в том случае, если развитие минерально-сырьевой базы идет непрерывно и выявляемые запасы компенсируют погашенные при добыче. Необходимо усилить роль Российской геологической науки в создании и внедрении новых технологий ведения геологоразведочных работ [3].

В отечественных недрах выявлены практически все известные в мире полезные ископаемые. Однако усиливается тенденция к исчерпанию запасов месторождений богатых и легкообогатимых руд. В эксплуатацию вовлекаются объекты с бедными и труднообогатимыми рудами, отходы добычи и переработки. Снижается качество руд выявляемых месторождений, растет глубина их обнаружения [3]. Полезные минералы имеют достаточно сложные морфоструктурные характеристики: тесные срастания между собой и с породообразующими фазами, переменный, тонкий гранулярный состав, а также неоднородность зерен. Необходимо получать максимально полную и всестороннюю информацию о вещественном составе минерального сырья, позволяю-