

данные (как порообразующие оксиды, так и редкие и рассеянные элементы) по неоген-четвертичным отложениям различных регионов. Анализ диаграмм предшественников показал, что величина «процента успеха» для большинства из них варьирует от 0 до 30 %. Новая диаграмма авторов, базирующаяся на двух дискриминационных функциях, включающих сведения о содержаниях порообразующих и малых элементов, позволяет, по их мнению, с вероятностью 87–97 % и 84–86 % разграничить отложения, сформированные в обстановках АКО и ПКО. Будем тестировать ее и мы.

Литература

Маслов А. В., Подковыров В. Н., Гареев Э. З. К оценке палеогеодинамических обстановок формирования осадочных последовательностей нижнего и среднего рифея Учуро-Майского региона и Башкирского мегантиклинория // Тихоокеанская геология. 2012. Т. 31. № 5. С. 55–68.

Тейлор С. Р., МакЛеннан С. М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.

Bhatia M. R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones // Journal of Geology. 1983. Vol. 91. № 6. P. 611–627.

Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1986. Vol. 92. P. 181–193.

Maynard J. B., Valloni R., Ho Shing Ju. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basin // Journal of Geological Society of America. Special Publications. 1982. № 10. P. 551–561.

Roser B. D., Korsch R. J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio // Journal of Geology. 1986. Vol. 94. № 5. P. 635–650.

Verma S. P., Armstrong-Altrin J. S. New multi-dimensional diagrams for tectonic discrimination of siliciclastic sediments and their application to Precambrian basins // Chemical Geology. 2013. Vol. 355. P. 117–133.

Verma S. P., Armstrong-Altrin J. S. Geochemical discrimination of siliciclastic sediments from active and passive margin settings // Sedimentary Geology. 2016. Vol. 332. P. 1–12.

В. Н. Огородников, Ю. А. Поленов, А. Н. Савичев

*Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
igg.gl@m.ursmu.ru*

Значение современной генетической систематизации жильного кварца при проведении кварцеметрической съемки (на примере Уфалейского кварценосного района)

На рубеже 50–60-х годов прошлого столетия в промышленность начал внедряться новый вид природного кварцевого сырья – гранулированный кварц, на много лет определивший пути развития сырьевой базы кварца для плавки прозрачного кварцевого стекла – особо чистого кварца (в современной терминологии – сырьевой источник для высококачественных кварцевых концентратов – HRK).

Начало систематического исследования кварца на Урале связано с именем профессора СГИ Г. Н. Вертушкова [1966, 1970]. В результате совместной работы коллектива кафедры минералогии Свердловского горного института и геологов производственных организаций в период с 1961 по 1966 гг. был разработан метод поле-

вых наблюдений и лабораторных исследований жильного кварца – кварцетрическая съемка, эффективность которой доказана ее использованием в течение 50 лет. Кварцетрическая съемка представляет собой комплекс работ, позволяющий выявить типы кварца и установить закономерности их распределения на исследуемой площади, и включает в себя следующие элементы: изучение свойств жильного кварца, которые позволяют количественно характеризовать объект исследования; выделение и описание типов жильного кварца; изучение свойств жильного кварца конкретного геологического региона и отнесение того или иного образца к определенному типу кварца; генетическое истолкование результатов.

Первоначально, жильный кварц в пределах Уфалейского мигматитового комплекса делился на два структурных типа [Емлин и др., 1988; Мельников, 1988]: 1) гигантозернистый массивный кварц (а – стекловидный, б – молочно-белый) и 2) гранулированный кварц (а – однородный «кыштымский тип», б – неоднородный «уфалейский тип»).

К первому типу относятся первичные структуры, обусловленные процессами роста индивидов, ко второму типу – структуры вторичные, возникшие в процессе метаморфических преобразований жильного кварца. Гранулированный кварц возник в процессе метаморфизма исходного гигантозернистого кварца [Вертушков, 1955; Вертушков и др., 1970].

По мнению Е. П. Мельникова [1988], многоэтапность формирования гнейсово-мигматитовых комплексов обуславливает совмещение в одной зоне различных типов кварцевых жил, относящихся к разным возрастным семействам. В развитие этих воззрений Л. Е. Серковой [1990] была предложена уточненная классификация промышленно-генетических типов кварцевых образований, где кроме уфалейского и кыштымского типов, появляются пугачевский, слюдяногорский и щербаковский.

Процессы, протекающие в жилах в период отложения кварца и в дальнейшем, в результате которых существенно изменяется строение и состав жильной массы, Г. Н. Вертушков [1955; 1970] назвал метаморфизмом жильного кварца. Э. Ф. Емлин и др. [1988] рассматривали гранулированный кварц как «агрегат гранобластовой структуры, слагающий часто будинированные и согласные, реже секущие жилы, претерпевшие термодинамометаморфизм совместно с вмещающими породами. Гранулированный кварц находится в общем ряду метаморфогенных структур, он содержит следы реликтовых структур роста и более поздние эпигенетические изменения кварца». По нашему убеждению неправомерно применять термин метаморфизм для объяснения существенного изменения строения и состава жильной массы как в период отложения кварца, так и при дальнейших его преобразованиях. Такой подход не позволяет объективно рассматривать участие в генезисе кварцевых жил, сложенных мелкозернистым кварцем, образованных в результате гидротермальных процессов – метасоматоза, грейзенизации и других, протекавших в самые разные временные этапы и стадии.

Подводя итоги прошедшего периода, можно сказать, что к настоящему времени описано и дано объяснение, часто совершенно по-разному, большинству наблюдаемых в природном жильном кварце текстурных и структурных особенностей. Остается актуальной проблема классификации жильного кварца на базе последних достижений и максимально приближенной к практике геологоразведочных работ. В этом отношении заслуживает большого внимания и внедрения в практику геологоразведочных и исследовательских работ, предложенная А. А. Кораго и А. В. Козловым [1988] классификация текстур и структур жильного кварца хрусталоносных областей.

Генетическая типизация жильного кварца Уфалейского кварценосного района

Тип кварца по структурным особенностям	Геологические тела	Минерально-технологический тип	Родоначальный магматический комплекс	Генетический, формационный тип	Геодинамический режим	Эталонные кварцевые жилы
Светло-серый, мелко-среднезернистый (1–3 мм)	Маломощные согласные прожилки			Метаморфогенный, первично-зернистый	Метаморфизм карельского мегацикла (1.8–1.7 млрд лет)	
Серый, полупрозрачный, средне-крупнозернистый (2–10 мм)	Субсогласные тела мощностью до 1 м	Слюдяногорский	Чусовской комплекс субщелочных гранитоидов, «гиганто-мигматиты»	Метаморфогенный, вторично-зернистый, перекристаллизованный	Рифтогенез рифейского мегацикла (1.35–1.0 млрд лет)	Кварцевая жила № 170
Молочно-белый, мелкозернистый (1–2 мм)	Крупные тела в шовных рифтогенных зонах	Уфалейский	Битимский комплекс субщелочных гранитоидов, альбититы, карбонатиты	Гидротермально-метасоматический, первично-зернистый,	Байкальский (кадомский) коллизийный цикл (620–525 млн лет)	Кварцевая жила № 175
Серый, тонкозернистый льдистоподобный	Крупные тела в шовных зонах	Егустинский	Козловгорский комплекс субщелочных гранитоидов-сиенитов, нельсониты	Гидротермально-метасоматический, первично-зернистый,	Завершение байкальского (кадомского) коллизийного цикла (500–400 млн лет)	Кварцевые жилы №№ 2136, 191
Молочно-белый, полупрозрачный, крупногигантозернистый	Плитообразные тела разной мощности и протяженности	Пугачевский	Нижне-уфалейский комплекс гранитоидов	Гидротермальный, первично-зернистый,	Ранняя коллизия палеозойского цикла (360–320 млн лет)	Кварцевые жилы № П-3, П-21
Светло-серый, полупрозрачный, гранулированный среднезернистый (до 3–5 мм)	Будинообразные тела разной мощности и протяженности	Кыштымский	Кизильский комплекс микроклиновых гранитов	Метаморфогенный, вторично-зернистый, гранулированный	Поздняя коллизия палеозойского цикла (310–240 млн лет)	Кварцевая жила № 101 (Болотная)
Светло-серый, полупрозрачный, крупнозернистый (фрагментарно-катакластический)	Плитообразные тела разной мощности и протяженности	Вязовский	Кизильский комплекс микроклиновых гранитов	Метаморфогенный, вторично-зернистый, катакластический	Поздняя коллизия (310–240 млн лет)	Вязовское поле
Бесцветный или дымчатый, стекловидный, гигантозернистый	Плитообразные тела разной мощности и протяженности	Щербаковский	Кизильский комплекс микроклиновых гранитов	Гидротермальный, первично-зернистый, гиганто-зернистый	Поздняя коллизия (310–240 млн лет)	Щербаковская

Проведение кварцетрической съемки, как эффективного метода геологического изучения кварцево-жильных полей, в настоящий период явно сдерживается отсутствием генетически обоснованных классификаций типов жильного кварца и кварцево-жильных образований с указанием их возрастных взаимоотношений. Это приводит к несопоставимости результатов работ разных исследователей, невозможности или большим трудностям в сравнении описаний кварца разных регионов, а зачастую и не совсем правильному выбору объектов геологоразведочных работ. Кварцетрическая съемка, без сомнения, является одним из наиболее рациональных методов полевых исследований кварца и кварцевых объектов. Такую съемку необходимо проводить не только при поисках безрудных кварцевых жил и пьезокварца, но и при поисках месторождений кварцево-жильного типа других видов полезных ископаемых. Основным полевым методом кварцетрической съемки является метод визуального геологического обследования.

За прошедший период проведены разносторонние исследования свойств разных типов кварца Уфалейского метаморфического комплекса, но и по настоящее время не найдены ответы на многие проблемы генезиса геологических тел, сложенных зернистым кварцем. В последнее время появилось большое количество статей и диссертаций, рассматривающих жильный кварц Кыштымского месторождения как однотипный, гранулированный, упуская из виду, что на Кыштымском месторождении несколько генетических типов жильного кварца, большую часть из которых нельзя называть гранулированным.

Наши исследования подтвердили наличие разновидностей кварца, имеющих различие в текстурно-структурных особенностях и позволили найти этому генетические объяснения [Огородников и др., 2007; 2014]. Нами выделены следующие типы жильного кварца (табл.): метаморфической дифференциации, слюдяногорский, уфалейский, егустинский, пугачевский, кыштымский и шербаковский, каждый из которых имеет свой генезис.

Жилы метаморфической дифференциации сложены первично-зернистым грануломорфным кварцем, образовавшимся при метаморфизме. Слюдяногорский тип кварца образуется при метаморфогенно-метасоматических процессах перекристаллизации с кварцем гранобластовой структурой. Уфалейский тип кварца отлагается метасоматическим путем с образованием первично мелкозернистого агрегата, который при последующих преобразованиях претерпевает перекристаллизацию, приводящую к образованию неравномерной гетерогранобластической структуры кварцевого агрегата. Егустинский тип кварца образуется метасоматическим путем с образованием первично мелкозернистого агрегата. Из всех выделенных генотипов кварца только кыштымский является гранулированным, образующимся по жилам, сложенным первоначально гигантозернистым стекловидным кварцем пугачевского типа. Пугачевский (вязовский) кварц сложен первоначально гигантозернистым, молочно-белым или стекловидным кварцем, претерпевшим в последующем неполную катакластическую деформацию (фрагментарно-катакластический кварц). Таким образом, разные онтогенетические типы кварца характеризуются различными условиями образования и, как следствие, различными структурами кварца, которые и должны быть использованы при кварцетрической съемке.

Литература

Вертушков Г. Н. Метаморфизм жильного кварца // Тр. СГИ. 1955. Вып. XXII. С. 193–201.

- Вертушков Г. Н., Соколов Ю. А., Якишин В. И., Борисков Ф. Ф.* Кварцеметрическая съемка как метод поисков жильных месторождений // Тр. СГИ. 1966. Вып. 48. С. 224–230.
- Вертушков Г. Н., Борисков Ф. Ф., Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Соколов Ю. А., Якишин В. И.* Жильный кварц восточного склона Урала // Тр. СГИ. 1970. Вып. 66. Ч. II. 103 с.
- Емлин Э. Ф., Синкевич Г. А., Якишин В. И.* Жильный кварц Урала в науке и технике. Свердловск: Ср.-Ур. книжное изд-во, 1988. 270 с.
- Кораго А. А., Козлов А. В.* Текстуры и структуры жильного кварца хрусталеносных областей. Л.: Недра, 1988. 159 с.
- Мельников Е. П.* Геология, генезис и промышленные типы месторождений кварца. М.: Недра, 1988. 216 с.
- Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А.* Минерагеня шовных зон Урала. Ч. 3. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН–УГГУ, 2007. 187 с.
- Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А. и др.* Золоторудная, редкометальная и хрусталеносная минерализации месторождений Урала кварцево-жильного типа. Екатеринбург: УрО РАН–УГГУ, 2014. 312 с.
- Серкова Л. Е.* Типоморфные особенности жильного безрудного кварца (по данным ИК- и ЭПР-спектроскопии) // Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск, 1990. 20 с.

В. И. Сначев

*Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа
SAVant@inbox.ru*

Новый вариант модели образования Белорецкого метаморфического комплекса (Южный Урал)

Белорецкий высокобарический зональный метаморфический комплекс расположен в восточной части Башкирского мегантиклинория в пределах Маярдакского антиклинория. Он подковообразно огибает северное замыкание Зилаирского синклинония и протягивается в северо-восточном направлении на расстоянии около 120 км при ширине 20–40 км. В его строении принимают участие нижне-, средне- и верхнерифейские отложения, общая мощность которых составляет 4–5 км [Алексеев и др., 2009]. Исходными породами комплекса являются песчано-глинистые, карбонатные и углеродистые отложения, заметно реже – интрузивные тела и эффузивы основного состава. Они испытали несколько этапов преобразований, в результате чего сформировался зональный комплекс, центральная часть которого диаметром 7–8 км сложена породами эклогитовой, промежуточная шириной 2–10 км – амфиболитовой и внешняя шириной 15–20 км – зеленосланцевой фаций метаморфизма. Их образование происходило при 12–13 кбар и 600–650 °С, 5.0–5.5 кбар и 500 °С и 2–3 кбар и 350–400 °С, соответственно (рис.).

Интерес к Белорецкому комплексу связан с выявлением в углеродистых отложениях зигазино-комаровской свиты проявлений золота Отнурок и ряда локальных участков с его промышленным содержанием [Рыкус и др., 2000; Сначев и др., 2007].

На проблему формирования комплекса существует множество точек зрения, что само по себе уже говорит о неоднозначности ее решения. В частности, интенсивный метаморфизм пород восточной части западного склона Урала, в том числе и