

Н. И. МЕЛЬНИКОВА, Е. П. МЕЛЬНИКОВ
**ФОРМАЦИИ ЖИЛЬНОГО БЕЗРУДНОГО КВАРЦА
МЕТАМОРФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДНЕГО
И ЮЖНОГО УРАЛА**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 13 IV 1973)

Жильный безрудный кварц чрезвычайно широко распространен в метаморфических комплексах Урала, образуя многочисленные месторождения. В последнее десятилетие он используется отечественной промышленностью в качестве нового вида минерального сырья (^{1, 2}) для плавки прозрачного кварцевого стекла взамен дефицитного горного хрусталя.

Установлено, что отдельные геоструктурные зоны Урала отличаются масштабностью проявлений процессов кварцеобразования, разнообразием типов кварцевых жил, а также структурными, геохимическими и другими особенностями жильного кварца (^{3, 4}). Изучение закономерностей пространственного размещения кварцевых жил (рис. 1) в аспекте их связи с уровнем и типом регионального метаморфизма и общей эволюцией Уральской геосинклинали позволило выделить три формации жильного кварца: А, Б-I, Б-II, в соответствии с рядами метаморфических формаций по А. А. Маракушеву (⁵), каждая из которых занимает определенную геологическую позицию и отвечает отдельным стадиям геосинклинального развития Уральского подвижного пояса. Выделенные формации кварцевых жил являются сингенетичными и изофациальными по отношению к вмещающим их метаморфическим комплексам и составляют с ними единое целое.

Формация А объединяет жилы, сложенные крупно-гигантозернистым кварцем и возникшие в раннюю (догранитную) стадию геосинклинального развития в результате проявления регионального низкотемпературного зеленосланцевого метаморфизма, проявившегося преимущественно в вулканогенных и кремнисто-вулканогенных натровых сериях синклинорных и в меньшей мере антиклинорных зон Уральской геосинклинали. Кварцевые жилы рассматриваемой формации тяготеют к поясам развития гипербазитов, и их распространение контролируется в значительной степени глубинными разломами. По возрасту они подразделяются на две группы, соответствующие выделяемым на Урале (^{6, 7}) двум тектоно-магматическим циклам — верхнепротерозойско-кембрийскому и ордовикско-позднепалеозойскому. Кварцевые жилы первой группы наблюдаются в виде реликтов среди древних метаморфических толщ, прошедших длительный путь геологического развития. Ордовикско-поздепалеозойские кварцевые жилы формации А составляют основной региональный фон кварцево-жильных образований Урала, что является отражением специфических особенностей эволюции Уральской геосинклинали, представляющей, по Маракушеву, классическую область широкого развития метаморфических формаций ряда А (⁸).

Жильный кварц формаций Б-I и Б-II пространственно и генетически связан с гнейсово-мigmatитовыми комплексами (^{8, 9}), обнажающимися в ядрах антиклинорий третьего порядка и осложняющих уральские региональные поднятия. Формирование их совпадает со стадией проявления гранитоидного магматизма на завершающих этапах становления геосинклинали.

Кварцевые жилы формации Б-I сложены тонко-мелкозернистым (см. табл. 1), так называемым гранулированным кварцем (^{10, 11}) и приурочены исключительно к гнейсовым ядрам мигматитовых комплексов («куполов»), образовавшихся, по-видимому, в условиях алданской субфации глубинности (⁵) и представленных гнейсами и амфиболитами с

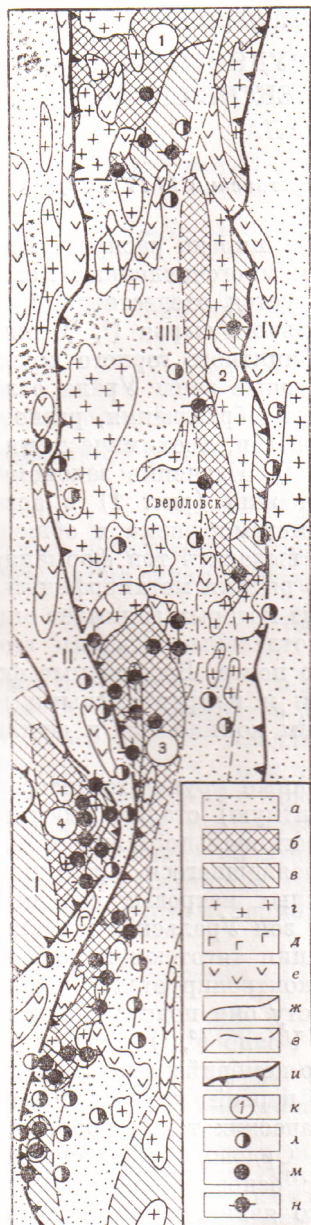


Рис. 1. Схема размещения жильного безрудного кварца Среднего и Южного Урала. Метаморфизм ранней стадии развития геосинклинали: а — зеленосланцевая фация, фация филитовых сланцев, реже зеленокаменное перерождение; метаморфизм стадии становления гранитоидов (формирование гнейсово-мигматитовых комплексов): б — полиэтапный метаморфизм амфиболитовой фации с реликтами гранулитовой фации в ядрах гнейсовых куполов, в — метаморфизм зеленосланцевой, эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фаций в сланцевом обрамлении гнейсово-мигматитовых комплексов, связанный с поздними стадиями их развития; г — гранитоиды; д — габбро; е — дуниты, гарцбургиты, пироксены; ж — границы метаморфических зон и интрузивных образований; з — разрывные тектонические нарушения; и — границы региональных уральских структур: I — Центрально-Уральское поднятие, II — Тагильско-Магнитогорский прогиб, III — Восточно-Уральское поднятие, IV — Восточно-Уральский прогиб; к — гнейсово-мигматитовые комплексы: 1 — Салдинский, 2 — Мурзинско-Адуйский, 3 — Сысертско-Ильменогорский, 4 — Уфалейский; л — н — месторождения и наиболее крупные проявления жильного безрудного кварца: л — формация А, м — формация Б-I, н — формация Б-II

реликтами двухпироксеновых гнейсов, уровень метаморфизма которых отвечает амфиболитовой и гранулитовой фациям (¹²⁻¹⁴).

Последующие интенсивные восходящие движения сопровождались постепенным спадом температуры и давления и наложением на породы субстрата гнейсовых ядер процессов плагиигранитизации. Большая часть кварцевых жил формации Б-I сосредоточена по периферии гнейсовых ядер.

Средне-крупнозернистый гранулированный кварц формации Б-I имеет повсеместное распространение в гнейсово-мigmatитовых комплексах, но максимальные его концентрации отмечаются в верхних структурных этапах — в сланцевых обрамлениях, состоящих преимущественно из осадочно-терригенных образований, превращенных зональным высокоградийентным метаморфизмом второго этапа в кристаллические сланцы.

Палеозойский метаморфизм второго этапа, протекавший в диапазоне *P-T*-условий амфиболитовой — зеленосланцевой фаций, был общим для

Т а б л и ц а 1

Формация	Геохимические особенности				Структуры
	Σ элемент- ных приме- сей, %	Содерж. флюидных включений, %	H ₂ O/CO ₂	Na/K	
A	0,015 74	0,062 735	5,3 52	2,7 48	Гетерозернистые (от 1 до 10 см) деформационные и первичного роста
Б-I	0,003 137	0,007 947	1,3 61	1,2 36	Тонко-мелкозернистые (0,2—2,0 мм) гранобластовые
Б-II	0,007 274	0,015 1278	2,7—4,4 59	0,7 53	Крупно-среднезернистые (2—10 мм) гранобластовые с реликтами деформационных

П р и м е ч а н и е. Над чертой — значения параметров (средние), под чертой — число проб. Под элементными примесями, определяемыми химико-спектральным количественным анализом, понимается суммарное содержание примесей — структурных и входящих в твердые и газозо-жидкие микровключения.

гнейсовых ядер и сланцевых обрамлений, однако для первых, ранее уже претерпевших метаморфизм гранулитовой фации, он носил регрессивный характер, в то время как для пород сланцевых обрамлений являлся прогрессивным (^{4, 9}). Продолжающиеся перемещения по вертикали глубинных «гранулитовых блоков» сопровождались нарастанием гранитизации и отчетливым изменением геохимического режима трансмагматических растворов (¹⁵) в направлении возрастающей роли в них химического потенциала калия.

Последнее приводило к региональной биотитизации, мусковитизации, калишпатизации пород и образованию гранитоидов нормального состава, для которых по радиогеохронологическим данным устанавливается наиболее молодой абсолютный возраст (^{8, 16}).

В результате наложения одних формаций жильного кварца на другие создаются сложные взаимоотношения разновозрастных кварцевых жил. Особенно разнообразны кварцевые жилы в пределах миогеосинклинали (например, в Уфалейском антиклинории Центрально-Уральского поднятия), где кроме раннего кварца формации А широко развиты и количественно преобладают кварцевые жилы формаций Б-I и Б-II, а также фиксируются редкие кварцепроявления, возникшие в период частичной активизации миогеосинклинали в палеозое, синхронной с заложением к востоку от нее Уральской эвгеосинклинали.

Изменение во времени геохимического и термодинамического режима регионального метаморфизма нашло отражение в специфических особенностях жильного безрудного кварца, образующегося на каждом этапе тектоно-метаморфического развития (табл. 1).

Так, высокое содержание флюидных включений, максимальные значения отношений H₂O/CO₂, Na/K, максимальная сумма элементных примесей в совокупности с приведенными геологическими материалами свидетельствуют о том, что кварцевые жилы формации А образовались преимущественно в условиях малых глубин (низких температур и давлений)

при высоком парциальном давлении воды (P_{H_2O}), высоком химическом потенциале Na (μ_{Na}) и низком парциальном давлении углекислоты (P_{CO_2}) в минералообразующих растворах.

Напротив, кварц формации Б-I типичен для зон наибольшей глубины с высоким P_{CO_2} , низким P_{H_2O} и $\mu_{Na} \approx \mu_K$. Его возникновение в дегидратизированных гранулитовых комплексах возможно лишь при наличии растворов ювенильного происхождения.

Промежуточные значения содержания флюидов, суммы элементных примесей, отношения H_2O/CO_2 , а также низкая величина параметра Na/K у кварца формации Б-II по сравнению с теми же показателями для кварца формаций А и Б-I указывают на его формирование в условиях средних глубин при умеренных P , T , P_{CO_2} , высоких и средних P_{H_2O} и μ_K .

Выявленные закономерности размещения и формирования жильного безрудного кварца находят объяснение с позиций учения о режиме кислотности — щелочности и стадийности минералообразования при постмагматических процессах (17).

Таким образом, установленные типоморфные признаки кварцевых жил различных геоструктурных зон и смена во времени и частично в пространстве формаций жильного безрудного кварца в определенной последовательности: А → Б-I → Б-II отражают в целом длительную направленную эволюцию геохимического и термодинамического режима регионального метаморфизма и тектонической жизни Уральского подвижного пояса и, в свою очередь, обуславливаются ею.

Полный набор выделенных формаций наблюдается только в зонах с завершенной историей геосинклинального развития.

Поступило
4 III 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Щеколдин, Г. А. Синкевич, Н. А. Петров, *Стекло и керамика*, № 11 (1963). ² Н. А. Петров, Е. П. Мельников, *Сов. геол.*, № 12 (1968). ³ Г. Н. Вертушков и др., *Тр. Свердл. горн. инст.*, в. 80 (1970). ⁴ Е. П. Мельников, Н. И. Мельникова, Там же. ⁵ А. А. Маракушев, *Проблемы минеральных фаций метаморфических и метасоматических горных пород*, «Наука», 1965. ⁶ В. М. Сергиевский, *Сборн. Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала*, 1, Свердловск, 1963. ⁷ И. Д. Соболев, Там же. ⁸ Г. А. Кейльман, *Сборн. Проблемы изучения геологии докембрия*, «Наука», 1967. ⁹ Г. А. Кейльман, *Сборн. Метаморфические пояса СССР*, «Наука», 1971. ¹⁰ С. Ф. Адамс, *Сборн. Микроскопическое изучение жильного кварца. Критерии возрастных отношений рудообразующих минералов*, 1934. ¹¹ Г. Н. Вертушков, *ДАН*, 51, № 1 (1946). ¹² Е. П. Мельников, Н. И. Мельникова, *Сборн. Магматические формации, метаморфизм, металлогения Урала*, 5, Свердловск, 1969. ¹³ В. А. Грачев, Г. А. Кейльман, *ДАН*, 177, № 6 (1968). ¹⁴ Е. П. Мельников, *Матер. к первой Уральск. конфер. молодых геологов и геофизиков*, Свердловск, 1967. ¹⁵ Д. С. Коржинский, *Изв. АН СССР, сер. геол.*, № 2 (1952). ¹⁶ Л. Н. Овчинников, *Сборн. Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала*, 1, 1963. ¹⁷ Д. С. Коржинский, *Международный геол. конгресс, XXII сессия, докл. сов. геол.*, «Наука», 1964.