

З. А. БАГРОВА

ГЕОЛОГОСТРУКТУРНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГИПСОМЕТРИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

(Представлено академиком В. И. Смирновым 14 VI 1971)

На Приполярном Урале кварцевые жилы с проявлением хрусталеносной минерализации развиты в основном в крупных антиклинориях и в меньшей степени в разделяющем их синклинорном прогибе. Породы, слагающие эти структуры, образуют два структурно-тектонических комплекса: древнейший метаморфический комплекс нижнего палеозоя (рифей), представленный различными сланцами, гнейсами, и верхний — ордовикский, состоящий в основном из кварцитов, кварцитопесчаников, редко конгломератов. Значительное распространение, особенно в нижнем структурном ярусе, имеют разнообразные по составу интрузивные породы; присутствуют туфы основного и кислого ряда. В пределах этих структур изучалось распределение кварцевых жил по типам пород и интервалам высот. Кварцевые жилы встречаются практически во всех распространенных здесь породах и не испытывают строгой приуроченности к каким-либо литологическим разновидностям. Правда, большая часть хрусталеносных участков залегает в нижней метаморфической толще и в меньшей степени — в ордовикских породах.

Было изучено распределение кварцевых жил по интервалам высот отдельно для центрального антиклинория и восточной, более пониженной предгорной части. На основе 1172 определений высотного положения кварцевых жил строилось суммарное распределение для всей территории, включая центральную и предгорную часть

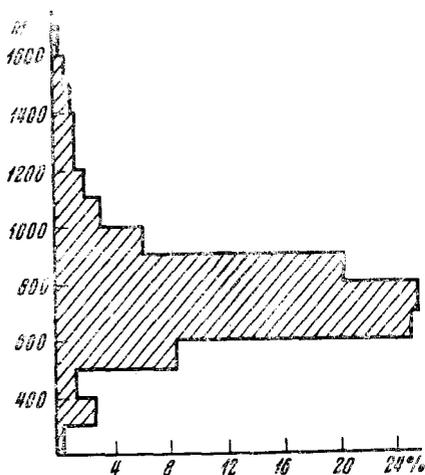


Рис. 1

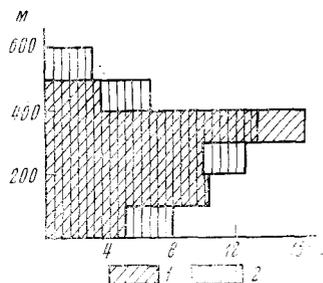


Рис. 2

Рис. 1. Гистограмма распределения кварцевых жил по абсолютным высотам

Рис. 2. Гистограмма распределения кварцевых жил и гнезд с горным хрусталем по относительным высотам. 1 — кварцевые жилы, 2 — для гнезд с горным хрусталем

(рис. 1). Во всех случаях распределение нормальное, одномодальное, крутовершинное с максимальным значением кварцевых жил в интервалах высот от 500 до 1000 м. Для центрального антиклинория, а следовательно, и для суммарного, где отмечается более сложный набор пород, контрастный рельеф, множество обособленных в тектоническом отношении блоков, свойственно несколько отличное распределение кварцевых жил по классам высот. Максимальная частота кварцевых жил характерна также для интервала высот от 500 до 1000 м. Вторая, менее выраженная, но более растянутая часть гистограммы отвечает высотам от 1000 до 1700 м. Таким образом, как на сводной, так и на частных гистограммах отмечается четкий вертикальный интервал, которому отвечают наибольшие частоты нахождения кварцевых жил. Вертикальный размах кварцевой минерализации составляет около 500 м. Вторая, менее выраженная часть гистограммы отвечает, как это показано ниже, распределению кварцевых жил, расположенных в приподнятых блоках.

Геоморфологическими методами установлено длительное воздымание Урала относительно прилегающих равнинных областей; в рельефе отмечается существенная унаследованность более ранних мезозойских морфоструктур. Большинство исследователей (⁹, ¹¹) относят мезо-кайнозойские поднятия Урала к слабо дифференцированным сводово-глыбовым. Существуют представления о глыбовой (⁴, ⁵) или, наоборот, о сводовой морфоструктуре Урала (¹). Для доказательства блокового строения Приполярного Урала на основе методов морфометрии (⁶, ⁸, ¹²) была построена схема блоков провинции. Основной особенностью в расположении блоков на схеме является их вытянутость в трех направлениях. Связано это с ориентировкой крупных поверхностных и глубинных структур и направлением основных деформаций. В центральной части наибольшую встречаемость имеют блоки с отметками 1100—1200 м. К этим же высотам приурочены реликтовые участки поверхности выравнивания, отмеченные при дешифрировании аэрофотоснимков. Таким образом, блоки с отметками 1100—1200 м являются наиболее стабильными. Блоки с отметками выше этой величины следует рассматривать как приподнятые за мезо-кайнозойское время. Наибольшее отклонение от стабильной поверхности составляет 400 м. Суммарная амплитуда воздымания Южного Урала в настоящее время составляет 300—400 м (⁹). Эта величина близка к полученной для Приполярного Урала.

Современная поверхность 1100—1200 м являлась тем первичным уровнем, до которого распространялась кварцевая минерализация. На существование первичного уровня кварцевой минерализации с вертикальным размахом около 500 м могут указывать следующие дополнительные построения. Были выбраны 20 участков с хрусталепроявлением в кварцевых жилах, расположенных на различных высотах, но имеющих одинаковый вертикальный размах кварцевой минерализации в 500 м. Распределение кварцевых жил для этих участков строилось по интервалам относительных высот (рис. 2). В результате было получено распределение нормального типа с максимальной частотой кварцевых жил в средней части (от 100 до 400 м). Аналогичный характер распределения по интервалам относительных высот для этих же участков имеют гнезда с горным хрусталем.

В современном срезе вертикальный размах кварцевой минерализации в 500 м имеют далеко не все участки хрусталепроявления. Значительное большинство из них имеет размах минерализации в 300 м. Снижение вертикального размаха, с одной стороны, связано с денудацией верхней части, а с другой, — по-видимому, с самим процессом минерализации.

Выше отмечалось, что большая часть кварцевых жил и хрусталеносных участков связана с метаморфическим комплексом пород нижнего структурно-тектонического яруса и в меньшей степени — с ордовикскими породами.

Ниже приведены распределения кварцевых жил по возрасту пород и литолого-петрографическому составу, дана средняя величина содержания кварцевых жил по участкам хрусталепроявления:

	<i>N</i>	\bar{N}
Граниты нормальные, микропертитовые, кварцевые диориты ($\gamma + \delta C$)	263	22
Кварцево-хлорито-серицитовые и филлитовидные сланцы (Pz_3pv)	810	22,5
Кварцево-слюдистые сланцы, гнейсы биотитовые и двуслюдяные (Pz_3chb)	326	22
Туфовые породы, туфонесчаники, туффиты (Pz_3m_2)	38	9,5
Кварциты, кварцито-песчаники, конгломераты, хлорито-кварцевые сланцы ($O_1t + O_1sh; O_{1-2}hm$)	257	15

Таким образом, средние содержания жили во всех породах за исключением туфов, туфонесчаников, кварцитов и кварцитопесчаников ордовика, близки между собой (22—22,5). Туфовые породы развиты весьма ограниченно. Породы ордовика имеют наибольшее распространение среди остальных пород: занятая ими площадь составляет около 55%. В предгорной, более пониженной части, особенно на крыльях антиклинория и в синклиналях, ордовикские породы испытывают тенденцию к площадному распространению. В центральной, более денудированной части антиклинория ордовикские отложения сохранились фрагментарно в узких прогибах субмеридионального и субширотного направления, выраженные в рельефе обращенными и полуобращенными формами.

В горной части ордовикские отложения фиксируют узкие вытянутые в меридиональном и северо-восточном направлении прогибы с синклинальным залеганием пород. Прогибы субширотного направления с ордовикскими породами здесь не отмечаются. Но деформации этого плана отразились в меридиональных прогибах. Они сказались в возникновении широтных пережимов, ундуляции складок, появлении широтных зон смятия.

Для определения влияния ордовикской складчатости на распределение кварцевой минерализации было проделано следующее испытание. При помощи критерия ранговой корреляции (Кендела—Спирмена), имеющего вид $Z = 1 - 6\sum d^2 / n(n^2 - 1)$ по всем известным участкам, сравнивались два распределения, расклассифицированные по абсолютным высотам: частоты минимального положения подошвы ордовика на участках или вблизи них и частоты минимальных отметок кварцевых жил. Тем же коэффициентом оценивались распределения, отвечающие максимальному уровню кварцевой минерализации и максимальным отметкам подошвы ордовика. Полученные коэффициенты корреляции соответственно равны +0,95 и 0,80. На основании этого можно заключить, что существует взаимосвязь между расположением ордовикской складчатости и вертикальным размахом хрусталоносной минерализации. В подтверждение сказанного была вычислена корреляция между вертикальным размахом кварцевой минерализации и амплитудой широтной складчатости, вернее, амплитудой ундуляции шарнира синклинальных складок меридионального простирания. Коэффициент корреляции, определенный тетракорическим критерием Бломквиста (7), составляет для этих величин 0,60. Эмпирические линии регрессии, построенные по этим данным, близки между собой и отражают прямолинейную зависимость. Линии регрессии пересекаются под острым углом в точке, соответствующей средним значениям обоих признаков. Корреляции между ними тем выше, чем меньше угол между линиями регрессии; при полной корреляции линии должны совпадать.

Вышеизложенное позволяет сделать заключение о существовании прямой зависимости между величиной вертикального размаха кварцевой минерализации и амплитудой широтных деформаций в ордовикских породах.

С этой точки зрения ордовикские отложения можно рассматривать в качестве регионального «экрана» кварцевой минерализации. Как кварцевая, так и хрусталеносная минерализация происходила на границе двух структурно-тектонических этажей, отвечала определенному высотному уровню, который локально изменялся в зависимости от складок ордовика.

Кварцевая минерализация ограничивалась в основном нижним структурным ярусом, в меньшей степени распространилась в породы верхнего яруса. В глубоких прогибах, выполненных отложениями ордовика, при благоприятных структурных условиях и наличии рудоподводящих разломов кварцевая и хрусталеносная минерализация проникала и аккумуляровалась полностью в кварцитах и кварцитопесчаниках ордовика. Влияние пород ордовика на пространственное положение гидротермальной минерализации, возможно, связано с их литологической природой. Представлены эти породы в основном кварцитами, кварцитопесчаниками и кварцевыми конгломератами. Установлено, что кварциты по сравнению с другими метаморфическими породами обладают более высокой теплопроводностью, которая составляет $8,5 \cdot 10^{-3}$ — $18,5 \cdot 10^{-3}$ кал/см·сек·град. ⁽¹⁰⁾. Возможно, на границе раздела кварцитов и подстилающих метаморфических сланцев вследствие высокой теплопроводности кварцитов нарушалось термодинамическое равновесие гидротермальных растворов, что вызывало кристаллизацию кварца.

Поступило
9 VI 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. В. Борисевич, Тектонические движения и новейшие структуры земной коры, М., 1967. ² Ф. И. Вольфсон, Проблемы изучения гидротермальных месторождений, «Наука», 1962. ³ Ф. И. Вольфсон, Л. И. Лукин и др., Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии, 1, «Наука», 1969. ⁴ И. И. Краснов, Проблемы физической географии, в. 15 (1950). ⁵ Д. В. Наливкин, Геологическое строение Урала, Свердловск, 1943. ⁶ А. А. Лукашев, Ю. С. Симонов, Геоморфологические и гидрогеологические исследования, М., 1968. ⁷ Р. Миллер, Дж. Кан, Статистический анализ в геологических науках, М., 1965. ⁸ А. В. Орлова, Палеомагматические построения и анализ блоковых структур, М., 1968. ⁹ В. А. Сигов, Тектонические движения и новейшие структуры земной коры, М., 1967. ¹⁰ С. В. Тимарева, Я. Б. Смирнов, В. Г. Поляк, Тепловой режим недр СССР, М., 1970. ¹¹ В. П. Трифонов, А. Л. Алейников и др., Тр. Свердловского горного инст., в. 63 (1969). ¹² Н. Г. Шубина, Л. Б. Аристархов а, Вестн. Моск. унив., География, № 2 (1965).